

25. 2. 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 15 APR 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 6月 5日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-161236
[ST. 10/C]: [JP2003-161236]

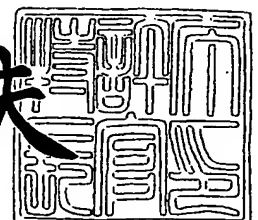
出 願 人
Applicant(s): 株式会社荏原製作所

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 EB3084P

【提出日】 平成15年 6月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
所内

【氏名】 中田 勉

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
所内

【氏名】 並木 計介

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
所内

【氏名】 倉科 敬一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
所内

【氏名】 三島 浩二

【特許出願人】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社 荏原製作所

【代表者】 依田 正稔

【代理人】

【識別番号】 100091498

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 勇

【選任した代理人】

【識別番号】 100092406

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀田 信太郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100093942

【弁理士】

【氏名又は名称】 小杉 良二

【選任した代理人】

【識別番号】 100109896

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 友宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 026996

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9112447

【包括委任状番号】 0018636

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 めっき装置及びめっき方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板を保持する基板ステージと、

前記基板ステージで保持した基板の被めっき面の周縁部に当接して該周縁部を水密的にシールするシール材と、該基板と接触して通電させるカソード電極とを備えたカソード部と、

前記カソード部の上方に上下動自在に配置され、アノードと保水性を有する多孔質体とを上下に備えた電極ヘッドと、

前記アノードと前記基板ステージで保持した基板の被めっき面との間にめっき液を注入するめっき注入手段と、

前記多孔質体を前記基板ステージで保持した基板の被めっき面に任意の圧力で押圧する押圧機構と、

前記カソード電極と前記アノードとの間にめっき電圧を印加する電源と、

前記多孔質体を前記基板ステージで保持した基板の被めっき面に任意の圧力で押圧する時に前記多孔質体と被めっき面との間の隙間に存在するめっき液を排除するめっき液排除機構を有することを特徴とするめっき装置。

【請求項 2】 前記めっき液排除機構は、前記基板ステージで保持した基板、前記多孔質体、及び前記アノードと前記基板ステージで保持した基板の被めっき面との間に注入しためっき液のうちの少なくとも 2 つを相対運動させる機構からなることを特徴とする請求項 1 記載のめっき装置。

【請求項 3】 前記めっき液排除機構は、前記基板ステージで保持した基板、前記多孔質体、及び前記アノードと前記基板ステージで保持した基板の被めっき面との間に注入しためっき液のうちの少なくとも 1 つを振動させる機構からなることを特徴とする請求項 1 記載のめっき装置。

【請求項 4】 前記めっき液排除機構は、前記基板ステージで保持した基板、前記多孔質体、及び前記アノードと前記基板ステージで保持した基板の被めっき面との間に注入しためっき液のうちの少なくとも 1 つを、基板ステージで保持した基板の被めっき面に対して垂直方向に振動させる機構からなることを特徴と

する請求項 1 記載のめっき装置。

【請求項 5】 前記振動させる機構は、超音波を利用したもの、あるいは励磁コイルによる加振機を用いたものであることを特徴とする請求項 3 または 4 記載のめっき装置。

【請求項 6】 前記振動させる機構は、 piezo 振動子からなることを特徴とする請求項 3 または 4 記載のめっき装置。

【請求項 7】 前記振動させる機構は、圧力振動を利用したものであることを特徴とする請求項 3 または 4 記載のめっき装置。

【請求項 8】 前記めっき液排除機構は、内部に前記アノードを収納し開口端部を前記多孔質体で閉塞したアノード室と、該アノード室内の圧力を制御する圧力制御部を有することを特徴とする請求項 1 記載のめっき装置。

【請求項 9】 配線用の微細凹部を有する基板上にシード層を形成し、このシード層とアノードとの間にめっき液を満たしつつ通電してめっきを行い、前記微細凹部内に配線材料を充填するめっき方法であって、

前記シード層と前記アノードとの間に配置した保水性を有する多孔質体を前記シード層に任意の圧力で押圧する前後で、前記多孔質体とシード層との間に存在するめっき液を排除した後、前記シード層と前記アノードとの間に通電してめっきを行うことを特徴とするめっき方法。

【請求項 10】 前記多孔質体と前記シード層とが接触している時のみに通電を行うことを特徴とする請求項 9 記載のめっき方法。

【請求項 11】 基板を搬出入する搬出入部と、
請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のめっき装置と、
基板を洗浄し乾燥させる洗浄・乾燥装置と、
前記搬出入部、前記めっき装置及び前記洗浄・乾燥装置の間で基板を搬送する搬送装置を有することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 12】 基板表面に前記めっき装置で成膜した不要な金属膜を研磨除去して平坦化させる研磨装置を更に有することを特徴とする請求項 11 記載の基板処理装置。

【請求項 13】 前記めっき装置で金属膜を成膜した基板を熱処理する熱処

理装置を更に有することを特徴とする請求項 11 または 12 記載の基板処理装置。

【請求項 14】 基板の周縁部に付着乃至成膜した金属膜をエッチング除去するベベルエッチング装置を更に有することを特徴とする請求項 11 乃至 13 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 15】 前記めっき装置の前記アノードと前記カソード電極との間に電圧を印加した時の電圧値または電流値の少なくとも一方をモニタするモニタ部を更に有することを特徴とする請求項 11 乃至 14 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 16】 基板表面に成膜した金属膜の膜厚を測定する膜厚測定器を更に有することを特徴とする請求項 11 乃至 15 のいずれかに記載の基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、めっき装置及びめっき方法に係り、特に半導体基板に形成された微細配線パターンに銅等の金属（配線材料）を埋込んで配線を形成するのに使用されるめっき装置及びめっき方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

最近、半導体基板上に、回路形状の配線溝（トレンチ）や微孔（ビアホール）等の配線用の微細凹部を形成し、銅めっきによりこれらを銅（配線材料）で埋め、残りの部分の銅層（めっき膜）をCMP等の手段により除去して回路を形成することが行われている。この技術においては、回路形状の配線溝あるいは微孔の中に選択的に銅めっき膜が析出し、それ以外の部分では、銅めっき膜の析出が少ない方が後のCMPの負荷を減らす上で好ましい。従来、このような目的を達成するために、めっき液の浴組成や、使用する光沢剤などめっき液での工夫が行われている。

【0003】

一方、回路形状の配線溝等の中に選択的に銅めっき膜を析出させるための技術としては、多孔質体を半導体ウエハ等の基板に接触させ、また接触方向に相対的に動かしながらかめつきを行うという方法が知られている。この技術で用いる多孔質体としては、PVA、多孔質テフロン（登録商標）、ポリプロピレン等を繊維状に編んだり、漉いて紙状に加工したりしたもの、あるいはゲル化シリコン酸化物や寒天質等の不定形物などが一般に使用される（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

【特許文献1】

特開 2000-232078

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

配線溝等のパターン部の内部に銅等の配線材料を完全に埋め込んで銅配線を形成するためには、パターン部以外にもかなりの厚さの銅層を形成し、パターン部以外に成膜された余剰の銅層をCMP法により除去する必要がある。このため、除去すべき銅の量が多い場合には、CMP時間が長くなり、コストアップに繋がってしまうばかりでなく、CMP後の基板の研磨面に面内不均一性があると、研磨後に残存する配線の深さが基板内で異なり、この結果、研磨時間が長くなればなる程、配線性能のCMPの性能に対する依存度が大きくなってしまう。

【0006】

このような問題を解決するため、めっき液の浴組成や、使用する光沢剤等、めっき液での工夫が行われており、これらによってある程度は目的が達成されるが、一定の限界があった。

【0007】

一方、多孔質体を基板に接触させ、また接触方向に相対的に動かしながらかめつきを行うという方法にあつては、めっき液の供給量を凹凸部で変え、つまり基板の被めっき面に設けた凹部内のみをめっきに寄与するめっき液が存在するようにして、平坦性の向上を試みている。しかし、多孔質体表面の表面粗さや多孔質体を基板Wの被めっき面に向けて押圧した時に該多孔質体に発生するうねりや反りなどにより、多孔質体の全面を基板の被めっき面の均一に押圧して密着させるこ

とが困難で、このため、図33に示すように、多孔質体Aと基板Wの被めっき面Pとの間に局所的に隙間Sが生じて該隙間Sにめっき液Qが存在し、この隙間Sに存在するめっき液Qに含まれる Cu^{2+} 等のイオンがめっきに寄与して、めっき面の面内不均一に繋がってしまうといった問題があった。

【0008】

なお、多孔質体を接触させるための荷重を大きくし多孔質の空間部を押し潰すことにより、平坦性は向上すると考えられるが、その場合には、基板に非常に大きな荷重を掛ける必要があり、このため、low-k材などの柔らかい絶縁膜を対象とした場合には、膜が破壊されたり、まためっき表面にも傷が入りやすくなるなど実現化が困難であった。

【0009】

本発明は、上記事情に鑑みて為されたもので、荷重を大きくすることなく、多孔質体の全面を基板の被めっき面に均一に密着させた状態でめっきが行えるようにしためっき装置及びめっき方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、基板を保持する基板ステージと、前記基板ステージで保持した基板の被めっき面の周縁部に当接して該周縁部を水密的にシールするシール材と、該基板と接触して通電させるカソード電極とを備えたカソード部と、前記カソード部の上方に上下動自在に配置され、アノードと保水性を有する多孔質体とを上下に備えた電極ヘッドと、前記アノードと前記基板ステージで保持した基板の被めっき面との間にめっき液を注入するめっき注入手段と、前記多孔質体を前記基板ステージで保持した基板の被めっき面に任意の圧力で押圧する押圧機構と、前記カソード電極と前記アノードとの間にめっき電圧を印加する電源と、前記多孔質体を前記基板ステージで保持した基板の被めっき面に任意の圧力で押圧する時に前記多孔質体と被めっき面との間の隙間に存在するめっき液を排除するめっき液排除機構を有することを特徴とするめっき装置である。

【0011】

このように、多孔質体を基板ステージで保持した基板の被めっき面に任意の圧

力で押圧する時に多孔質体と被めっき面との間の隙間に存在するめっき液を排除することで、荷重を大きくすることなく、多孔質体の全面を基板の被めっき面に均一に密着させた状態でめっきを行うことができる。

【0012】

請求項2に記載の発明は、前記めっき液排除機構は、前記基板ステージで保持した基板、前記多孔質体、及び前記アノードと前記基板ステージで保持した基板の被めっき面との間に注入しためっき液のうちの少なくとも2つを相対運動させる機構からなることを特徴とする請求項1記載のめっき装置である。

これにより、例えば、多孔質体を基板ステージで保持した基板の被めっき面に任意の圧力で押圧する前後で、基板ステージで保持した基板と多孔質体とを相対的に回転させることで、多孔質体と基板の被めっき面との間の隙間に存在するめっき液を、この回転に伴う遠心力で外方に排除することができる。

【0013】

請求項3に記載の発明は、前記めっき液排除機構は、前記基板ステージで保持した基板、前記多孔質体、及び前記アノードと前記基板ステージで保持した基板の被めっき面との間に注入しためっき液のうちの少なくとも1つを振動させる機構からなることを特徴とする請求項1記載のめっき装置である。

例えば、バイブレータを使用して、基板ステージで保持した基板や多孔質体を振動させることで、多孔質体と基板の被めっき面との間の隙間に存在するめっき液をスムーズに排除することができる。

【0014】

請求項4に記載の発明は、前記めっき液排除機構は、前記基板ステージで保持した基板、前記多孔質体、及び前記アノードと前記基板ステージで保持した基板の被めっき面との間に注入しためっき液のうちの少なくとも1つを、基板ステージで保持した基板の被めっき面に対して垂直方向に振動させる機構からなることを特徴とする請求項1記載のめっき装置である。

このように、基板の被めっき面に対して垂直方向に振動させて、多孔質体と基板の被めっき面とが互いに摺接しないようにすることで、めっき表面が傷ついてしまうこと防止することができる。

【0015】

請求項5に記載の発明は、前記振動させる機構は、超音波を利用したもの、あるいは励磁コイルによる加振機を用いたものであることを特徴とする請求項3または4記載のめっき装置である。このように、超音波を利用することで、高周波の振動を与えることができる。

請求項6に記載の発明は、前記振動させる機構は、ピエゾ振動子からなることを特徴とする請求項3または4記載のめっき装置である。このように、ピエゾ振動子を使用することで、機構のコンパクト化を図ることができる。

【0016】

請求項7に記載の発明は、前記振動させる機構は、圧力振動を利用したものであることを特徴とする請求項3または4記載のめっき装置である。このように圧力振動を利用して、主にめっき液を振動させることができる。

【0017】

請求項8に記載の発明は、前記めっき液排除機構は、内部に前記アノードを収納し開口端部を前記多孔質体で閉塞したアノード室と、該アノード室内の圧力を制御する圧力制御部を有することを特徴とする請求項1記載のめっき装置である。

これにより、アノード室内の圧力を大気圧より低い圧力（負圧）にして、多孔質体と基板の被めっき面との間の隙間に存在するめっき液を吸引することで、めっき液が多孔質体の内部を通してアノード室内に流入することを促進して、隙間からめっき液を排除することができる。

【0018】

請求項9に記載の発明は、配線用の微細凹部を有する基板上にシード層を形成し、このシード層とアノードとの間にめっき液を満たしつつ通電してめっきを行い、前記微細凹部内に配線材料を充填するめっき方法であって、前記シード層と前記アノードとの間に配置した保水性を有する多孔質体を前記シード層に任意の圧力で押圧する前後で、前記多孔質体とシード層との間に存在するめっき液を排除した後、前記シード層と前記アノードとの間に通電してめっきを行うことを特徴とするめっき方法である。

請求項 10 に記載の発明は、前記多孔質体と前記シード層とが接触している時のみに通電を行うことを特徴とする請求項 9 記載のめっき方法である。

【0019】

請求項 11 に記載の発明は、基板を搬出入する搬出入部と、請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のめっき装置と、基板を洗浄し乾燥させる洗浄・乾燥装置と、前記搬出入部、前記めっき装置及び前記洗浄・乾燥装置の間で基板を搬送する搬送装置を有することを特徴とする基板処理装置である。

請求項 12 に記載の発明は、基板表面に前記めっき装置で成膜した不要な金属膜を研磨除去して平坦化させる研磨装置を更に有することを特徴とする請求項 11 記載の基板処理装置である。

【0020】

請求項 13 に記載の発明は、前記めっき装置で金属膜を成膜した基板を熱処理する熱処理装置を更に有することを特徴とする請求項 11 または 12 記載の基板処理装置である。

これにより、研磨装置で不要な金属膜を研磨除去する前に、基板に熱処理（アニール処理）を行うことで、この後の研磨装置での不要な金属膜の研磨除去処理や配線の電気特性に対して良い効果を示すようにすることができる。

【0021】

請求項 14 に記載の発明は、基板の周縁部に付着乃至成膜した金属膜をエッチング除去するベベルエッチング装置を更に有することを特徴とする請求項 11 乃至 13 のいずれかに記載の基板処理装置である。

これにより、例えば基板表面に埋込み用の金属膜を成膜し、洗浄装置で洗浄した直後に、基板のベベル部に成膜された金属膜をベベルエッチング装置でエッチングすることができる。

【0022】

請求項 15 に記載の発明は、前記めっき装置の前記アノードと前記カソード電極との間に電圧を印加した時の電圧値または電流値の少なくとも一方をモニタするモニタ部を更に有することを特徴とする請求項 11 乃至 14 のいずれかに記載の基板処理装置である。

これにより、めっき装置によるめっきの終点（エンドポイント）をモニタ部で検知し、フィードバックしてめっきを終了させることができる。

【0023】

請求項16に記載の発明は、基板表面に成膜した金属膜の膜厚を測定する膜厚測定器を更に有することを特徴とする請求項11乃至15のいずれかに記載の基板処理装置である。

これにより、基板表面の金属膜の膜厚を測定し、測定結果をフィードバックしてめっき時間を必要に応じて増減することで、所定の膜厚の金属膜を再現良く形成することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。この実施の形態は、半導体ウエハ等の基板の表面に設けた配線用の微細凹部に、配線材料としての銅を埋込んで銅層からなる配線を形成するようにした例を示しているが、他の配線材料を使用しても良いことは勿論である。

【0025】

図1を参照して、半導体装置における銅配線形成例を説明する。図1(a)に示すように、半導体素子を形成した半導体基材1上の導電層1aの上に、例えばSiO₂からなる酸化膜やLow-K材膜等の絶縁膜2を堆積し、この絶縁膜2の内部に、例えばリソグラフィ・エッチング技術により、配線用の微細凹部としての微孔（ビアホール）3と配線溝（トレンチ）4を形成し、その上にTa₂N₅等からなるバリア層5、更にその上に電解めっきの給電層としてのシード層6をスパッタリング等により形成する。

【0026】

そして、図1(b)に示すように、基板Wの表面に銅めっきを施すことで、基板Wの微孔3及び配線溝4内に銅を充填させるとともに、絶縁膜2上に銅層7を堆積させる。その後、化学機械的研磨（CMP）などにより、絶縁膜2上のバリア層5、シード層6及び銅層7を除去して、微孔3及び配線溝4内に充填させた銅層7の表面と絶縁膜2の表面とをほぼ同一平面にする。これにより、図1(c

) に示すように、絶縁膜 2 の内部にシード層 6 と銅層 7 からなる配線 (銅配線) 8 を形成する。

次に、図 1 (d) に示すように、基板 W の表面に無電解めっきを施し、配線 8 の表面に、Co 合金や Ni 合金等からなる保護膜 9 を選択的に形成し、これによって、配線 8 の表面を保護膜 9 で覆って保護する。

【0027】

図 2 は、本発明の実施の形態におけるめっき装置を備えた基板処理装置の平面図を示す。図 2 に示すように、この基板処理装置は、例えばスミフボックス等の内部に多数の半導体ウエハ等の基板を収納した搬送ボックス 10 を着脱自在な矩形形状の装置フレーム 12 を備えている。この装置フレーム 12 の内部には、ロード・アンロードステーション 14 と、このロード・アンロードステーション 14 との間で基板を授受する走行自在な搬送ロボット 16 が備えられている。そして、搬送ロボット 16 を挟んで該搬送ロボット 16 の両側には、一対のめっき装置 18 が配置され、更に、搬送ロボット 16 を挟んで一方の側には、洗浄・乾燥装置 20、ベベルエッチング・裏面洗浄装置 22 及び膜厚測定器 24 が直列に配置され、他方の側には、熱処理 (アニール) 装置 26、前処理装置 28、無電解めっき装置 30 及び研磨装置 32 が直列に配置されている。

【0028】

ここで、装置フレーム 12 には遮光処理が施され、これによって、この装置フレーム 12 内での以下の各工程を遮光状態で、つまり、配線に照明光等の光が当たることなく行えるようになっている。このように、配線に光を当たることを防止することで、例えば銅からなる配線に光が当たって光電位差が生じ、この光電位差によって配線が腐食してしまうことを防止することができる。

【0029】

図 3 は、めっき装置 18 の概要を示す。図 3 に示すように、めっき装置 18 は、水平方向に揺動自在な揺動アーム 500 を備え、この揺動アーム 500 の先端に電極ヘッド 502 が回転自在に支承されている。一方、電極ヘッド 502 の下方に位置して、表面 (被めっき面) を上向きにして基板 W を保持する基板ステージ 504 が上下動自在に配置され、この基板ステージ 504 の上方には、該基板

ステージ504の周縁部を囲繞するようにカソード部506が配置されている。なお、この例では、電極ヘッド502として、その径が基板ステージ504の径より僅かに小さい径を有するものを使用し、電極ヘッド502と基板ステージ504との相対位置を変化させることなく、基板ステージ504で保持した基板Wの表面（被めっき面）のほぼ全面に亘ってめっきを行えるようにした例を示している。

【0030】

基板ステージ504の上面の周縁部には、内部に設けた真空通路504aに連通するリング状の真空吸着溝504bが設けられ、この真空吸着溝504bを挟んだ内外の両側に、シールリング508、510が装着されている。これにより、基板ステージ504の上面に基板Wを載置し、真空通路504aを介して真空吸着溝504b内を真空吸引することで、基板Wをその周縁部を吸着して保持するようになっている。

【0031】

揺動アーム500は、図示しないサーボモータからなる上下動モータとボールねじを介して上下動し、図示しない旋回モータを介して、旋回（揺動）するようになっている。なお、モータの代わりに空気圧アクチュエータを使用しても良いことは勿論である。

【0032】

前記カソード部506は、この例では6分割されたカソード電極512と、このカソード電極512の上方を覆うように取付けた環状のシール材514とを有している。シール材514は、その内周縁部が内方に向け下方に傾斜し、かつ徐々に薄肉となって、内周端部が下方に垂下するように構成されている。これにより、基板ステージ504が上昇した時に、この基板ステージ504で保持した基板Wの周縁部にカソード電極512が押付けられて通電し、同時にシール材514の内周端部が基板Wの周縁部上面に圧接し、ここを水密的にシールして、基板の上面（被めっき面）に供給されためっき液が基板Wの端部から染み出すのを防止するとともに、めっき液がカソード電極512を汚染することを防止するようになっている。

【0033】

なお、この例において、カソード部506は、上下動不能で基板ステージ504と一体に回転するようになっているが、上下動自在で、下降した時にシール材514が基板Wの被めつき面に圧接するように構成しても良い。

【0034】

前記電極ヘッド502は、共に下方に開口した有底円筒状で、同心状に配置した回転ハウジング520と上下動ハウジング522とを有している。そして、回転ハウジング520は、揺動アーム500の自由端に取付けた回転体524の下面に固着されて該回転体524と一体に回転するよう構成されている。一方、上下動ハウジング522は、その上部において、回転ハウジング520の内部に位置して該回転ハウジング520と一体に回転し、相対的に上下動するように構成されている。上下動ハウジング522は、下端開口部を多孔質体528で閉塞することで、内部に円板状のアノード526を配置し、内部に該アノード526を浸漬させるめっき液Qを導入するアノード室530を区画形成している。

【0035】

この多孔質体528は、この例では、多孔質材を3層に積層した多層構造となっている。すなわち、多孔質体528は、主にめっき液を保持する役割を果たすめっき液含浸材532と、このめっき液含浸材532の下面に取付けられた多孔質パッド534から構成され、この多孔質パッド534は、基板Wに直接接触する下層パッド534aと、この下層パッド534aとめっき液含浸材532との間に介装される上層パッド534bから構成されている。そして、めっき液含浸材532と上層パッド534bは、上下動ハウジング522の内部に位置し、下層パッド534aで上下動ハウジング522の下端開口部を閉塞するようになっている。

【0036】

このように、多孔質体528を多層構造とすることで、例えば基板と接触する多孔質パッド534（下層パッド534a）として、基板の被めつき面上の凹凸面を平坦化するのに十分な平坦性を有するものを使用することが可能となる。

【0037】

この下層パッド534aは、基板Wの表面（被めっき面）と接触する面（表面）の平坦性がある程度高く、めっき液が通過できる微細貫通穴を有し、少なくとも接触面が絶縁物もしくは絶縁性の高い物質で形成されていることが必要である。この下層パッド534aに要求される平坦性は、例えば、最大粗さ（RMS）が数十 μm 以下程度である。

【0038】

また、下層パッド534aに要求される微細貫通穴は、接触面での平坦性を保つために丸穴の貫通孔が好ましく、更に、微細貫通穴の穴径や単位面積当たりの個数などはめっきする膜質や配線パターンによって最適値が異なるが、両者とも小さい方が凹部内におけるめっき成長の選択性を向上させる上で好ましい。具体的な、微細貫通穴の穴径や単位面積当たりの個数としては、例えば、穴径30 μm 以下、好ましくは5～20 μm の微小貫通孔が、気孔率で50%以下の状態で存在すれば良い。

【0039】

更に、下層パッド534aは、ある程度の固さであることが好ましく、例えば、その引張り強度が5～100 kg/cm^2 、曲げ弾性強度が200～1000 kg/cm^2 程度であればよい。

【0040】

この下層パッド534aは、更に親水性の材料であることが好ましく、例えば下記に示す材料に対し親水化处理または親水基を重合させたものが用いられる。このような材料の例としては、多孔ポリエチレン（PE）、多孔ポリプロピレン（PP）、多孔ポリアミド、多孔ポリカーボネートまたは多孔ポリイミド等が挙げられる。このうち、多孔PE、多孔PP、多孔ポリアミド等は、超高分子のPE、PP、ポリアミド等の細かい粉を原料とし、これを押し固め、焼結成形することにより調製したものであり、フルダスS（三菱樹脂（株）製）、サンファインUF、サンファインAQ（ともに旭化成（株）製）、Spacy（スペイシーケミカル社製）等の商品名で市販されている。また、多孔ポリカーボネートは、例えば、ポリカーボネートフィルムにアクセラレーターで加速した高エネルギーの重金属（銅等）を貫通させ、これにより生成する直線上のトラック（軌跡）を

選択的にエッチングすることにより調製されるものである。

【0041】

この下層パッド534aは、基板Wの表面と接触する面（表面）を圧縮加工、機械加工等により平坦化加工したものであっても良く、これにより、微小溝でのより高い優先析出が期待できる。

【0042】

一方、めっき液含浸材532は、アルミナ、SiC、ムライト、ジルコニア、チタニア、コージライト等の多孔質セラミックスまたはポリプロピレンやポリエチレンの焼結体等の硬質多孔質体、あるいはこれらの複合体、更には織布や不織布で構成される。例えば、アルミナ系セラミックスにあっては、ポア径30～200 μ m、SiCにあっては、ポア径30 μ m以下、気孔率20～95%、厚み1～20mm、好ましくは5～20mm、更に好ましくは8～15mm程度のものが使用される。この例では、例えば気孔率30%、平均ポア径100 μ mでアルミナ製の多孔質セラミックス板から構成されている。そして、この内部にめっき液を含有させることで、つまり多孔質セラミックス板自体は絶縁体であるが、この内部にめっき液を複雑に入り込ませ、厚さ方向にかなり長い経路を辿らせることで、めっき液の電気伝導率より小さい電気伝導率を有するように構成されている。

【0043】

このようにめっき液含浸材532をアノード室530内に配し、このめっき液含浸材532によって大きな抵抗を発生させることで、銅層7（図1参照）の抵抗の影響を無視できる程度となし、基板Wの表面の電気抵抗による電流密度の面内差を小さくして、めっき膜の面内均一性を向上させることができる。

【0044】

電極ヘッド502には、基板ステージ504で保持した基板Wの表面（被めっき面）に下層パッド534aを任意の圧力で押圧する、この例ではエアバック540からなる押圧機構が備えられている。つまり、この例では、回転ハウジング520の天井壁の下面と上下動ハウジング522の天井壁の上面との間に、リング状のエアバック（押圧機構）540が配置され、このエアバック540は、加

圧流体導入管 542 を介して、加圧流体供給源（図示せず）に接続されている。

【0045】

これにより、揺動アーム 500 を所定の位置（プロセス位置）に上下動不能に固定した状態で、エアバック 540 の内部を圧力 P で加圧することで、基板ステージ 504 で保持した基板 W の表面（被めっき面）に下層パッド 534 a を任意の圧力でより均一に押圧し、上記圧力 P を大気圧に戻すことで、下層パッド 534 a の押圧を解くことができる。

【0046】

上下動ハウジング 522 には、この内部にめっき液を導入するめっき液導入管 544 と、加圧流体を導入する加圧流体導入管（図示せず）が取り付けられており、アノード 526 の内部には、多数の細孔 526 a が設けられている。これにより、めっき液 Q は、めっき液導入管 544 からアノード室 530 内に導入され、アノード室 530 の内部を加圧することで、アノード 526 の細孔 526 a 内を通過してめっき液含浸材 532 の上面に達し、この内部から多孔質パッド 534（上層パッド 534 b 及び下層パッド 534 a）の内部を通過して、基板ステージ 504 で保持した基板 W の上面に達する。

【0047】

なお、アノード室 530 の内部は、化学反応により発生するガスも含み、このため、圧力が変化することがある。このため、アノード室 530 内の圧力は、プロセス中のフィードバック制御によりある設定値にコントロールされるようになっている。

【0048】

ここで、アノード 526 は、例えば、銅めっきを行う場合にあっては、スライムの生成を抑制するため、含有量が 0.03～0.05% のリンを含む銅（含リン銅）で構成されているが、白金、チタン等の不溶解性金属あるいは金属上に白金等をめっきした不溶解性電極であってもよく、交換等が不要なことから、不溶解性金属あるいは不溶解性電極であることが好ましい。更に、めっき液の流通のしやすさ等から、網状であってもよい。

カソード電極 512 はめっき電源 550 の陰極に、アノード 526 はめっき電

源 550 の陽極にそれぞれ電氣的に接続される。

【0049】

次に、このめっき装置でめっきを行う時の操作について説明する。先ず、基板ステージ 504 の上面に基板 W を吸着保持した状態で、基板ステージ 504 を上昇させて、基板 W の周縁部をカソード電極 512 に接触させて通電可能な状態となし、更に上昇させて、基板 W の周縁部上面にシール材 514 を圧接させ、基板 W の周縁部を水密的にシールする。

【0050】

一方、電極ヘッド 502 にあっては、アイドリングを行ってめっき液の置換及び泡抜き等を行っている位置（アイドリング位置）から、めっき液 Q を内部に保持した状態で、所定の位置（プロセス位置）に位置させる。つまり、揺動アーム 500 を一旦上昇させ、更に旋回させることで、電極ヘッド 502 を基板ステージ 504 の直上方位置に位置させ、しかる後、下降させて所定の位置（プロセス位置）に達した時に停止させる。そして、アノード室 530 内を加圧して、電極ヘッド 502 で保持しためっき液 Q を多孔質パッド 534 の下面から吐出させる。次に、エアバック 540 内に加圧空気を導入して、下層パッド 534 a を下方に押付ける。

【0051】

この状態で、電極ヘッド 502 及び基板ステージ 504 をそれぞれ回転（自転）させる。これにより、多孔質体 528（下層パッド 534 a）の表面の表面粗さや多孔質体 528（下層パッド 534 a）を基板 W の被めっき面に向けて押圧した時に該多孔質体 528（下層パッド 534 a）に発生するうねりや反りなどにより、図 4 に示すように、多孔質体 528（下層パッド 534 a）と基板 W の被めっき面 P との間に局所的に隙間 S が生じて該隙間 S にめっき液 Q が存在していても、この隙間 S に存在するめっき液 Q を、この回転に伴う遠心力で外方に排除する。このように、めっき液 Q を排除することで、多孔質体 528（下層パッド 534 a）の全面を基板 W の被めっき面 S に均一に押圧して密着させることができる。

【0052】

なお、この例では、下層パッド534aを下方に押付けた後、電極ヘッド502及び基板ステージ504をそれぞれ回転させるようにした例を示しているが、エアバック540内に加圧空気を導入して、下層パッド534aを下方に押付ける際に、電極ヘッド502及び基板ステージ504を予め回転させておき、押圧した後もこの回転を所定時間継続するようにしてもよい。

【0053】

そして、多孔質体528（下層パッド534a）と基板Wの被めっき面Pとの間に局所的に生じた隙間Sに存在するめっき液Qが排除され、多孔質体528（下層パッド534a）の全面を基板Wの被めっき面Sに均一に押圧して密着させるのに十分な時間、電極ヘッド502及び基板ステージ504を回転させた後、この回転を停止する。

【0054】

次に、カソード電極512をめっき電源550の陰極に、アノード526をめっき電源550の陽極にそれぞれ接続し、これによって、基板Wの被めっき面にめっきを施す。このように、下層パッド534aを基板ステージ504で保持した基板Wの被めっき面に任意の圧力で押圧し、しかも両者の密着性を高めた状態でめっきを行うことで、下層パッド534aと基板Wの被めっき面の配線溝（トレンチ）等の配線用の微細凹部以外の部分（パターン部以外の部分）との間における隙間をなくして、基板に設けた配線用の微細凹部の内部にめっき膜を選択的に析出させることができる。

【0055】

そして、所定時間めっきを継続した後、カソード電極512及びアノード526のめっき電源550との接続を解くとともに、アノード室530内を大気圧に戻し、更にエアバック540内を大気圧に戻して、下層パッド534aの基板Wへの押圧を解く。そして、電極ヘッド502を上昇させる。

上記操作を、必要に応じて所定回数繰返し、基板Wの表面（被めっき面）に、配線用の微細凹部を埋めるのに十分な膜厚の銅層7（図1（b）参照）を成膜したのち、電極ヘッド502を旋回させて元の位置（アイドリング位置）に戻す。

【0056】

図5は、本発明の他の実施の形態におけるめっき装置の要部を示す。この例の図3に示す例と異なる点は、基板ステージ504の上面の基板載置部に、ピエゾ振動子560を取付け、基板ステージ504で載置した基板Wに、このピエゾ振動子560により、基板Wの被めっき面に対して垂直な上下方向の振動を与えるようにしている点にある。

【0057】

この例は、前述と同様に、基板ステージ504で保持した基板Wに向けて、下層パッド534aを押付けた後、ピエゾ振動子560を介して基板Wを上下方向に所定時間振動させるか、または押付ける際に、予めピエゾ振動子560を介して基板Wを上下方向に振動させておき、下層パッド534aを押付けた後もこの振動を所定時間継続するのであり、これにより、図4に示すように、多孔質体528（下層パッド534a）と基板Wの被めっき面Pとの間に局所的に隙間Sが生じて該隙間Sにめっき液Qが存在していても、この隙間Sに存在するめっき液Qを、この振動に伴って外方に排除することができる。特に、この例のように、基板Wを被めっき面に対して垂直方向に振動させて、多孔質体と基板の被めっき面とが互いに摺接しないようにすることで、めっき表面が傷ついてしまうこと防止することができる。更に、振動子として、ピエゾ振動子560を使用することで、機構のコンパクト化を図ることができる。

【0058】

図6は、本発明の更に他の実施の形態におけるめっき装置の要部を示す。この例の図3に示す例と異なる点は、基板ステージ504の上面に、例えば純水等の液体を保持する貯槽504cを形成するとともに、この貯槽504cの内部に、該貯槽504c内の液体に超音波を与えて該液体を高周波で振動させる超音波発振子562を設置した点にある。

【0059】

この例は、基板ステージ504の貯槽504c内に純水等の液体を満たしておき、前述と同様にして、基板ステージ504の上面に基板Wを吸着保持する。この時、基板ステージ504で保持した基板Wと基板ステージ504の貯槽504c内の液体が接するようにする。そして、基板ステージ504で保持した基板W

に向けて、下層パッド534aを押付けた後、超音波発振子562を介して、基板ステージ504の貯槽504c内の液体に超音波振動を与える。すると、液体の超音波振動は基板Wに伝わって基板を振動させ、更にめっき液Qから多孔質体528と伝わって、これらを振動させる。これによって、前述と同様に、多孔質体528（下層パッド534a）と基板Wの被めっき面Pとの間に局所的に生じた隙間Sに存在するめっき液Qを、この振動に伴って外方に排除することができる。

【0060】

なお、前述と同様に、下層パッド534aを押付ける際に、予め超音波発振子562を介して、基板ステージ504の貯槽504c内の液体に超音波振動を与えるようにしてもよい。

【0061】

図7は、本発明の更に他の実施の形態におけるめっき装置の要部を示す。この例の図3に示す例と異なる点は、アノード室530を区画形成する上下動ハウジング522の頂壁に圧力ポート564を取付け、この圧力ポート564に、開閉弁566を介して、圧力制御部としての真空ポンプ568を接続した点にある。

【0062】

この例によれば、真空ポンプ568を駆動してアノード室530内を真空排気し、アノード室530内の圧力を大気圧より低い圧力（負圧）にすることで、図8に示すように、多孔質体528（534a）と基板Wの被めっき面Pとの間の隙間Sに存在するめっき液Qを吸引し、めっき液Qが多孔質体528（534a）の内部を通してアノード室530内に流入することを促進して、隙間Sからめっき液Qを排除することができる。

なお、このめっき液の吸引排除作業は、前述の各例と同様に、基板ステージ504で保持した基板Wに向けて、下層パッド534aを押付けた後、または押付ける際に予め行うのであるが、めっき中も継続して行うようにしてもよい。

【0063】

また、図7に示す例では、圧力ポート564に開閉弁566を介して真空ポン

プ568を接続した例を示しているが、この真空ポンプ568の代わりに加圧ポンプを接続し、更に上下動ハウジングに排気ポートを設けて、アノード室530内を加圧ポンプによる加圧と排気ポートからの排気による減圧すること繰返すことによる圧力振動を利用してアノード室530内のめっき液Q、更には多孔質体528を振動させるようにしてもよい。

【0064】

図9は、めっき液の組成や液温等を管理してめっき装置18に供給するめっき液管理供給システムを示す。図9に示すように、めっき装置18の電極ヘッド502を浸漬させてアイドリングを行うめっき液トレイ600が備えられ、このめっき液トレイ600は、めっき液排出管602を介してリザーバ604に接続されており、めっき液排出管602を通して排出されためっき液は、リザーバ604に入る。

【0065】

そして、このリザーバ604に入っためっき液は、ポンプ606の駆動に伴って、めっき液調整タンク608に入る。このめっき液調整タンク608には、温度コントローラ610や、サンプル液を取出して分析するめっき液分析ユニット612が付設され、更に、めっき液分析ユニット612の分析によって不足する成分を補給する成分補給管614が接続されており、めっき液調整タンク608内のめっき液は、ポンプ616の駆動に伴って、めっき液供給管618に沿って流れ、フィルタ620を通過して、めっき液トレイ600に戻されるようになっている。

【0066】

このように、めっき液調整タンク608でめっき液の組成及び温度を一定に調整し、この調整しためっき液をめっき装置18の電極ヘッド502に供給して、該電極ヘッド502で保持することで、めっき装置18の電極ヘッド502に、常に一定の組成及び温度を有するめっき液を供給することができる。

【0067】

図10及び図11は、基板を洗浄（リンス）し乾燥させるようにした洗浄・乾燥装置20の一例を示す。つまり、この洗浄・乾燥装置20は、まず化学洗浄及

び純水洗浄（リンス）を行い、その後、スピンドル回転により洗浄後の基板Wを完全乾燥させるようにした装置であり、基板Wのエッジ部を把持するクランプ機構420を備えた基板ステージ422と、このクランプ機構420の開閉を行う基板着脱用昇降プレート424とを備えている。

【0068】

基板ステージ422は、スピンドル回転用モータ（図示せず）の駆動に伴って高速回転するスピンドル426の上端に連結されている。また、クランプ機構420で把持した基板Wの周囲には、処理液の飛散を防止する洗浄カップ428が配置されており、この洗浄カップ428は図示しないシリンダの作動に伴って上下動するようになっている。

【0069】

また、洗浄・乾燥装置20は、クランプ機構420で把持した基板Wの表面に処理液を供給する薬液用ノズル430と、基板Wの裏面に純水を供給する複数の純水用ノズル432と、クランプ機構420で把持した基板Wの上方に配置された回転可能なペンシル型洗浄スポンジ434とを備えている。この洗浄スポンジ434は、水平方向に揺動可能な旋回アーム436の自由端に取付けられている。なお、洗浄・乾燥装置20の上部には、装置内にクリーンエアを導入するためのクリーンエア導入口438が設けられている。

【0070】

このような構成の洗浄・乾燥装置20においては、基板Wをクランプ機構420で把持して回転させ、旋回アーム436を旋回させながら、薬液用ノズル430から処理液を洗浄スポンジ434に向けて供給しつつ、基板Wの表面に洗浄スポンジ434を擦り付けることで、基板Wの表面の洗浄を行うようになっている。そして、純水用ノズル432から基板Wの裏面に純水が供給され、この純水用ノズル432から噴射される純水で基板Wの裏面も同時に洗浄（リンス）される。このようにして洗浄された基板Wは、スピンドル426を高速回転させることでスピンドル乾燥させられる。

【0071】

図12にベベルエッチング・裏面洗浄装置22の一例を示す。このベベルエッ

チング・裏面洗浄装置 22 は、基板のエッジ（ベベル）部に付着した銅層 7（図 1 参照）のエッチングと裏面洗浄を同時に行い、しかも、基板表面に設けた回路形成部における銅の自然酸化膜の成長を抑えるようにしたもので、有底円筒状の防水カバー 920 の内部に位置して基板 W をフェイスアップでその周縁部の円周方向に沿った複数箇所スピチャック 921 により水平に保持して高速回転させる基板ステージ 922 と、この基板ステージ 922 で保持された基板 W の表面側のほぼ中央部上方に配置されたセンタノズル 924 と、基板 W の周縁部の上方に配置されたエッジノズル 926 とを備えている。センタノズル 924 及びエッジノズル 926 は、それぞれ下向きで配置されている。また基板 W の裏面側のほぼ中央部の下方に位置して、バックノズル 928 が上向きで配置されている。前記エッジノズル 926 は、基板 W の直径方向及び高さ方向を移動自在に構成されている。

【0072】

このエッジノズル 926 の移動幅 L は、基板の外周端面から中心部方向に任意の位置決めが可能になっていて、基板 W の大きさや使用目的等に合わせて、設定値の入力を行う。通常、2 mm から 5 mm の範囲でエッジカット幅 C を設定し、裏面から表面への液の回り込み量が問題にならない回転数以上であれば、その設定されたカット幅 C 内の銅層等を除去することができる。

【0073】

次に、このベベルエッチング・裏面洗浄装置 22 による洗浄方法について説明する。まず、スピチャック 921 を介して基板を基板ステージ 922 で水平に保持した状態で、基板 W を基板ステージ 922 と一体に水平回転させる。この状態で、センタノズル 924 から基板 W の表面側の中央部に酸溶液を供給する。この酸溶液としては非酸化性の酸であればよく、例えばフッ酸、塩酸、硫酸、クエン酸、蓚酸等を用いる。一方、エッジノズル 926 から基板 W の周縁部に酸化剤溶液を連続的または間欠的に供給する。この酸化剤溶液としては、オゾン水、過酸化水素水、硝酸水、次亜塩素酸ナトリウム水等のいずれかを用いるか、またはそれらの組み合わせを用いる。

【0074】

これにより、基板Wの周縁部のエッジカット幅Cの領域では上面及び端面に成膜された銅層等は酸化剤溶液で急速に酸化され、同時にセンタノズル924から供給されて基板の表面全面に広がる酸溶液によってエッチングされ溶解除去される。このように、基板周縁部で酸溶液と酸化剤溶液を混合させることで、予めそれらの混合水をノズルから供給するのに比べて急峻なエッチングプロファイルを得ることができる。このときそれらの濃度により銅のエッチングレートが決定される。また、基板の表面の回路形成部に銅の自然酸化膜が形成されていた場合、この自然酸化物は基板の回転に伴って基板の表面全面に亘って広がる酸溶液で直ちに除去されて成長することはない。なお、センタノズル924からの酸溶液の供給を停止した後、エッジノズル926からの酸化剤溶液の供給を停止することで、表面に露出しているシリコンを酸化して、銅の付着を抑制することができる。

【0075】

一方、バックノズル928から基板の裏面中央部に酸化剤溶液とシリコン酸化膜エッチング剤とを同時または交互に供給する。これにより基板Wの裏面側に金属状で付着している銅等を基板のシリコンごと酸化剤溶液で酸化しシリコン酸化膜エッチング剤でエッチングして除去することができる。なおこの酸化剤溶液としては表面に供給する酸化剤溶液と同じものにする方が薬品の種類を少なくする上で好ましい。またシリコン酸化膜エッチング剤としては、フッ酸を用いることができ、基板の表面側の酸溶液もフッ酸を用いると薬品の種類を少なくすることができる。これにより、酸化剤供給を先に停止すれば疎水面が得られ、エッチング剤溶液を先に停止すれば飽水面（親水面）が得られて、その後のプロセスの要求に応じた裏面に調整することもできる。

【0076】

このように酸溶液すなわちエッチング液を基板に供給して、基板Wの表面に残留する金属イオンを除去した後、更に純水を供給して、純水置換を行ってエッチング液を除去し、その後、スピン乾燥を行う。このようにして基板表面の周縁部のエッジカット幅C内の銅層の除去と裏面の銅汚染除去を同時に行って、この処理を、例えば80秒以内に完了させることができる。なお、エッジのエッジカッ

ト幅を任意（2 mm～5 mm）に設定することが可能であるが、エッチングに要する時間はカット幅に依存しない。

【0077】

図13及び図14は、熱処理（アニール）装置26を示す。この熱処理装置26は、基板Wを出し入れするゲート1000を有するチャンバ1002の内部に位置して、基板Wを、例えば400℃に加熱するホットプレート1004と、例えば冷却水を流して基板Wを冷却するクールプレート1006が上下に配置されている。また、クールプレート1006の内部を貫通して上下方向に延び、上端に基板Wを載置保持する複数の昇降ピン1008が昇降自在に配置されている。更に、アニール時に基板Wとホットプレート1004との間に酸化防止用のガスを導入するガス導入管1010と、該ガス導入管1010から導入され、基板Wとホットプレート1004との間を流れたガスを排気するガス排気管1012がホットプレート1004を挟んで互いに対峙する位置に配置されている。

【0078】

ガス導入管1010は、内部にフィルタ1014aを有するN₂ガス導入路1016内を流れるN₂ガスと、内部にフィルタ1014bを有するH₂ガス導入路1018内を流れるH₂ガスとを混合器1020で混合し、この混合器1020で混合したガスが流れる混合ガス導入路1022に接続されている。

【0079】

これにより、ゲート1000を通じてチャンバ1002の内部に搬入した基板Wを昇降ピン1008で保持し、昇降ピン1008を該昇降ピン1008で保持した基板Wとホットプレート1004との距離が、例えば0.1～1.0 mm程度となるまで上昇させる。この状態で、ホットプレート1004を介して基板Wを、例えば400℃となるように加熱し、同時にガス導入管1010から酸化防止用のガスを導入して基板Wとホットプレート1004との間を流してガス排気管1012から排気する。これによって、酸化を防止しつつ基板Wをアニールし、このアニールを、例えば数十秒～60秒程度継続してアニールを終了する。基板の加熱温度は100～600℃が選択される。

【0080】

アニール終了後、昇降ピン1008を該昇降ピン1008で保持した基板Wとクールプレート1006との距離が、例えば0～0.5mm程度となるまで下降させる。この状態で、クールプレート1006内に冷却水を導入することで、基板Wの温度が100℃以下となるまで、例えば10～60秒程度、基板を冷却し、この冷却終了後の基板を次工程に搬送する。

なお、この例では、酸化防止用のガスとして、N₂ガスと数%のH₂ガスを混合した混合ガスを流すようにしているが、N₂ガスのみを流すようにしてもよい。

【0081】

図15乃至図21は、基板の無電解めっきの前処理を行う前処理装置28を示す。この前処理装置28は、フレーム50の上部に取付けた固定枠52と、この固定枠52に対して相対的に上下動する移動枠54を備えており、この移動枠54に、下方に開口した有底円筒状のハウジング部56と基板ホルダ58とを有する処理ヘッド60が懸架支持されている。つまり、移動枠54には、ヘッド回転用サーボモータ62が取付けられ、このサーボモータ62の下方に延びる出力軸（中空軸）64の下端に処理ヘッド60のハウジング部56が連結されている。

【0082】

この出力軸64の内部には、図18に示すように、スプライン66を介して該出力軸64と一体に回転する鉛直軸68が挿着され、この鉛直軸68の下端に、ボールジョイント70を介して処理ヘッド60の基板ホルダ58が連結されている。この基板ホルダ58は、ハウジング部56の内部に位置している。また鉛直軸68の上端は、軸受72及びブラケットを介して、移動枠54に固定した固定リング昇降用シリンダ74に連結されている。これにより、この昇降用シリンダ74の作動に伴って、鉛直軸68が出力軸64とは独立に上下動するようになっている。

【0083】

また、固定枠52には、上下方向に延びて移動枠54の昇降の案内となるリニアガイド76が取付けられ、ヘッド昇降用シリンダ（図示せず）の作動に伴って、移動枠54がリニアガイド76を案内として昇降するようになっている。

【0084】

処理ヘッド60のハウジング部56の周壁には、この内部に基板Wを挿入する基板挿入窓56aが設けられている。また、処理ヘッド60のハウジング部56の下部には、図19及び図20に示すように、例えばPEEK製のメインフレーム80と、例えばポリエチレン製のガイドフレーム82との間に周縁部を挟持されてシールリング84aが配置されている。このシールリング84aは、基板Wの下面の周縁部に当接し、ここをシールするためのものである。

【0085】

一方、基板ホルダ58の下面周縁部には、基板固定リング86が固着され、この基板ホルダ58の基板固定リング86の内部に配置したスプリング88の弾性を介して、円柱状のプッシャ90が基板固定リング86の下面から下方に突出するようになっている。更に、基板ホルダ58の上面とハウジング部56の上壁部との間には、内部を気密的にシールする、例えばテフロン（登録商標）製で屈曲自在な円筒状の蛇腹板92が配置されている。

【0086】

これにより、基板ホルダ58を上昇させた状態で、基板Wを基板挿入窓56aからハウジング部56の内部に挿入する。すると、この基板Wは、ガイドフレーム82の内周面に設けたテーパ面82aに案内され、位置決めされてシールリング84aの上面の所定の位置に載置される。この状態で、基板ホルダ58を下降させ、この基板固定リング86のプッシャ90を基板Wの上面に接触させる。そして、基板ホルダ58を更に下降させることで、基板Wをスプリング88の弾性力で下方に押圧し、これによって基板Wの表面（下面）の周縁部にシールリング84aで圧接させて、ここをシールしつつ、基板Wをハウジング部56と基板ホルダ58との間で挟持して保持するようになっている。

【0087】

なお、このように、基板Wを基板ホルダ58で保持した状態で、ヘッド回転用サーボモータ62を駆動すると、この出力軸64と該出力軸64の内部に挿着した鉛直軸68がスプライン66を介して一体に回転し、これによって、ハウジング部56と基板ホルダ58も一体に回転する。

【0088】

処理ヘッド60の下方に位置して、該処理ヘッド60の外径よりもやや大きい内径を有する上方に開口した、外槽100aと内槽100bを有する処理槽100が備えられている。処理槽100の外周部には、蓋体102に取付けた一对の脚部104が回転自在に支承されている。更に、脚部104には、クランク106が一体に連結され、このクランク106の自由端は、蓋体移動用シリンダ108のロッド110に回転自在に連結されている。これにより、蓋体移動用シリンダ108の作動に伴って、蓋体102は、処理槽100の上端開口部を覆う処理位置と、側方の待避位置との間を移動するように構成されている。この蓋体102の表面（上面）には、下記のように、例えば還元力を有する電解イオン水を外方（上方）に向けて噴射する多数の噴射ノズル112aを有するノズル板112が備えられている。

【0089】

更に、図21に示すように、処理槽100の内槽100bの内部には、薬液タンク120から薬液ポンプ122の駆動に伴って供給された薬液を上方に向けて噴射する複数の噴射ノズル124aを有するノズル板124が、該噴射ノズル124aが内槽100bの横断面の全面に亘ってより均等に分布した状態で配置されている。この内槽100bの底面には、薬液（排液）を外部に排出する排水管126が接続されている。この排水管126の途中には、三方弁128が介装され、この三方弁128の一つの出口ポートに接続された戻り管130を介して、必要に応じて、この薬液（排液）を薬液タンク120に戻して再利用できるようになっている。更に、この例では、蓋体102の表面（上面）に設けられたノズル板112は、例えば純水等のリンス液を供給するリンス液供給源132に接続されている。また、外槽100aの底面にも、排水管127が接続されている。

【0090】

これにより、基板を保持した処理ヘッド60を下降させて、処理槽100の上端開口部を処理ヘッド60で塞ぐように覆い、この状態で、処理槽100の内槽100bの内部に配置したノズル板124の噴射ノズル124aから薬液を基板Wに向けて噴射することで、基板Wの下面（処理面）の全面に亘って薬液を均一

に噴射し、しかも薬液の外部への飛散を防止しつつ薬液を排水管 126 から外部に排出できる。更に、処理ヘッド 60 を上昇させ、処理槽 100 の上端開口部を蓋体 102 で閉塞した状態で、処理ヘッド 60 で保持した基板 W に向けて、蓋体 102 の上面に配置したノズル板 112 の噴射ノズル 112a からリンス液を噴射することで、基板表面に残った薬液のリンス処理（洗浄処理）を行い、しかもこのリンス液は外槽 100a と内槽 100b の間を通して、排水管 127 を介して排出されるので、内槽 100b の内部に流入することが防止され、リンス液が薬液に混ざらないようになっている。

【0091】

この前処理装置 28 によれば、図 15 に示すように、処理ヘッド 60 を上昇させた状態で、この内部に基板 W を挿入して保持し、しかる後、図 16 に示すように、処理ヘッド 60 を下降させて処理槽 100 の上端開口部を覆う位置に位置させる。そして、処理ヘッド 60 を回転させて、処理ヘッド 60 で保持した基板 W を回転させながら、処理槽 100 の内部に配置したノズル板 124 の噴射ノズル 124a から薬液を基板 W に向けて噴射することで、基板 W の全面に亘って薬液を均一に噴射する。また、処理ヘッド 60 を上昇させて所定位置で停止させ、図 17 に示すように、待避位置にあった蓋体 102 を処理槽 100 の上端開口部を覆う位置まで移動させる。そして、この状態で、処理ヘッド 60 で保持して回転させた基板 W に向けて、蓋体 102 の上面に配置したノズル板 112 の噴射ノズル 112a からリンス液を噴射する。これにより、基板 W の薬液による処理と、リンス液によるリンス処理とを、2 つの液体が混ざらないようにしながら行うことができる。

【0092】

なお、処理ヘッド 60 の下降位置を調整して、この処理ヘッド 60 で保持した基板 W とノズル板 124 との距離を調整することで、ノズル板 124 の噴射ノズル 124a から噴射された薬液が基板 W に当たる領域や噴射圧を任意に調整することができる。ここで、薬液等の前処理液を循環させて使用すると、処理に伴って有効成分が減少するとともに、基板に付着することによる前処理液（薬液）の持ち出しがあるので、前処理液の組成を分析し、不足分を添加するための前処理

液管理ユニット（図示せず）を併置することが好ましい。具体的には、清浄化に使われる薬液は、酸乃至アルカリが主体であるので、例えばpHを測定し、所定の値との差から減少分を補給するとともに、薬液貯槽に設けた液面計により減少量を補給することができる。また、触媒液については、たとえば酸性のパラジウム溶液の場合には、pHにより酸の量を、また滴定法ないし比濁法によりパラジウムの量を測定し、同様にして減少量を補給することができる。

【0093】

図22乃至図28に無電解めっき装置30を示す。この無電解めっき装置30は、図1(d)に示す保護膜9を形成するためのものあり、めっき槽200（図26及び図28参照）と、このめっき槽200の上方に配置されて基板Wを着脱自在に保持する基板ヘッド204を有している。

【0094】

基板ヘッド204は、図22に詳細に示すように、ハウジング部230とヘッド部232とを有し、このヘッド部232は、吸着ヘッド234と該吸着ヘッド234の周囲を囲繞する基板受け236から主に構成されている。そして、ハウジング部230の内部には、基板回転用モータ238と基板受け駆動用シリンダ240が収納され、この基板回転用モータ238の出力軸（中空軸）242の上端はロータリジョイント244に、下端はヘッド部232の吸着ヘッド234にそれぞれ連結され、基板受け駆動用シリンダ240のロッドは、ヘッド部232の基板受け236に連結されている。更に、ハウジング部230の内部には、基板受け236の上昇を機械的に規制するストッパ246が設けられている。

【0095】

ここで、吸着ヘッド234と基板受け236との間には、同様なスプライン構造が採用され、基板受け駆動用シリンダ240の作動に伴って基板受け236は吸着ヘッド234と相対的に上下動するが、基板回転用モータ238の駆動によって出力軸242が回転すると、この出力軸242の回転に伴って、吸着ヘッド234と基板受け236が一体に回転するように構成されている。

【0096】

吸着ヘッド234の下面周縁部には、図23乃至図25に詳細に示すように、

下面をシール面として基板Wを吸着保持する吸着リング250が押えリング251を介して取付けられ、この吸着リング250の下面に円周方向に連続させて設けた凹状部250aと吸着ヘッド234内を延びる真空ライン252とが吸着リング250に設けた連通孔250bを介して互いに連通するようになっている。これにより、凹状部250a内を真空引きすることで、基板Wを吸着保持するのであり、このように、小さな幅（径方向）で円周状に真空引きして基板Wを保持することで、真空による基板Wへの影響（たわみ等）を最小限に抑え、しかも吸着リング250をめっき液（処理液）中に浸すことで、基板Wの表面（下面）のみならず、エッジについても、全てめっき液に浸すことが可能となる。基板Wのリリースは、真空ライン252にN₂を供給して行う。

【0097】

一方、基板受け236は、下方に開口した有底円筒状に形成され、その周壁には、基板Wを内部に挿入する基板挿入窓236aが設けられ、下端には、内方に突出する円板状の爪部254が設けられている。更に、この爪部254の上部には、基板Wの案内となるテーパ面256aを内周面に有する突起片256が備えられている。

【0098】

これにより、図23に示すように、基板受け236を下降させた状態で、基板Wを基板挿入窓236aから基板受け236の内部に挿入する。すると、この基板Wは、突起片256のテーパ面256aに案内され、位置決めされて爪部254の上面の所定位置に載置保持される。この状態で、基板受け236を上昇させ、図24に示すように、この基板受け236の爪部254上に載置保持した基板Wの上面を吸着ヘッド234の吸着リング250に当接させる。次に、真空ライン252を通して吸着リング250の凹状部250aを真空引きすることで、基板Wの上面の周縁部を該吸着リング250の下面にシールしながら基板Wを吸着保持する。そして、めっき処理を行う際には、図25に示すように、基板受け236を数mm下降させ、基板Wを爪部254から離して、吸着リング250のみで吸着保持した状態となす。これにより、基板Wの表面（下面）の周縁部が、爪部254の存在によってめっきされなくなることを防止することができる。

【0099】

図26は、めっき槽200の詳細を示す。このめっき槽200は、底部において、めっき液供給管308（図28参照）に接続され、周壁部にめっき液回収溝260が設けられている。めっき槽200の内部には、ここを上方に向かって流れるめっき液の流れを安定させる2枚の整流板262、264が配置され、更に底部には、めっき槽200の内部に導入されるめっき液の液温を測定する温度測定器266が設置されている。また、めっき槽200の周壁外周面のめっき槽200で保持しためっき液の液面よりやや上方に位置して、直径方向のやや斜め上方に向けてめっき槽200の内部に、pHが6～7.5の中性液からなる停止液、例えば純水を噴射する噴射ノズル268が設置されている。これにより、めっき終了後、ヘッド部232で保持した基板Wをめっき液の液面よりやや上方まで引き上げて一旦停止させ、この状態で、基板Wに向けて噴射ノズル268から純水（停止液）を噴射して基板Wを直ちに冷却し、これによって、基板Wに残っためっき液によってめっきが進行してしまうことを防止することができる。

【0100】

更に、めっき槽200の上端開口部には、アイドリング時等のめっき処理の行われていない時に、めっき槽200の上端開口部を閉じて該めっき槽200からのめっき液の無駄な蒸発を防止するめっき槽カバー270が開閉自在に設置されている。

【0101】

このめっき槽200は、図28に示すように、底部において、めっき液貯槽302から延び、途中にめっき液供給ポンプ304と三方弁306とを介装しためっき液供給管308に接続されている。これにより、めっき処理中にあっては、めっき槽200の内部に、この底部からめっき液を供給し、溢れるめっき液をめっき液回収溝260からめっき液貯槽302へ回収することで、めっき液が循環できるようになっている。また、三方弁306の一つの出口ポートには、めっき液貯槽302に戻るめっき液戻り管312が接続されている。これにより、めっき待機時にあっても、めっき液を循環させることができるようになっており、これによって、めっき液循環系が構成されている。このように、めっき液循環系を

介して、めっき液貯槽 302 内のめっき液を常時循環させることにより、単純にめっき液を貯めておく場合に比べてめっき液の濃度の低下率を減少させ、基板 W の処理可能数を増大させることができる。

【0102】

特に、この例では、めっき液供給ポンプ 304 を制御することで、めっき待機時及びめっき処理時に循環するめっき液の流量を個別に設定できるようになっている。すなわち、めっき待機時のめっき液の循環流量は、例えば $2 \sim 20 \text{ L/min}$ で、めっき処理時のめっき液の循環流量は、例えば $0 \sim 10 \text{ L/min}$ に設定される。これにより、めっき待機時にめっき液の大きな循環流量を確保して、セル内のめっき浴の液温を一定に維持し、めっき処理時には、めっき液の循環流量を小さくして、より均一な膜厚の保護膜（めっき膜）を成膜することができる。

【0103】

めっき槽 200 の底部付近に設けられた温度測定器 266 は、めっき槽 200 の内部に導入されるめっき液の液温を測定して、この測定結果を元に、下記のヒータ 316 及び流量計 318 を制御する。

【0104】

つまり、この例では、別置きのヒータ 316 を使用して昇温させ流量計 318 を通過させた水を熱媒体に使用し、熱交換器 320 をめっき液貯槽 302 内のめっき液中に設置して該めっき液を間接的に加熱する加熱装置 322 と、めっき液貯槽 302 内のめっき液を循環させて攪拌する攪拌ポンプ 324 が備えられている。これは、めっきにあつては、めっき液を高温（約 80°C 程度）にして使用することがあり、これと対応するためであり、この方法によれば、インライン・ヒーティング方式に比べ、非常にデリケートなめっき液に不要物等が混入するのを防止することができる。

【0105】

図 27 は、めっき槽 200 の側方に付設されている洗浄槽 202 の詳細を示す。この洗浄槽 202 の底部には、純水等のリンス液を上方に向けて噴射する複数の噴射ノズル 280 がノズル板 282 に取付けられて配置され、このノズル板 2

82は、ノズル上下軸284の上端に連結されている。更に、このノズル上下軸284は、ノズル位置調整用ねじ287と該ねじ287と螺合するナット288との螺合位置を変えることで上下動し、これによって、噴射ノズル280と該噴射ノズル280の上方に配置される基板Wとの距離を最適に調整できるようになっている。

【0106】

更に、洗浄槽202の周壁外周面の噴射ノズル280より上方に位置して、直径方向のやや斜め下方に向けて洗浄槽202の内部に純水等の洗浄液を噴射して、基板ヘッド204のヘッド部232の、少なくともめっき液に接液する部分に洗浄液を吹き付けるヘッド洗浄ノズル286が設置されている。

【0107】

この洗浄槽202にあっては、基板ヘッド204のヘッド部232で保持した基板Wを洗浄槽202内の所定の位置に配置し、噴射ノズル280から純水等の洗浄液（リンス液）を噴射して基板Wを洗浄（リンス）するのであり、この時、ヘッド洗浄ノズル286から純水等の洗浄液を同時に噴射して、基板ヘッド204のヘッド部232の、少なくともめっき液に接液する部分を該洗浄液で洗浄することで、めっき液に浸された部分に析出物が蓄積してしまうことを防止することができる。

【0108】

この無電解めっき装置30にあっては、基板ヘッド204を上昇させた位置で、前述のようにして、基板ヘッド204のヘッド部232で基板Wを吸着保持し、めっき槽200のめっき液を循環させておく。

そして、めっき処理を行うときには、めっき槽200のめっき槽カバー270を開き、基板ヘッド204を回転させながら下降させ、ヘッド部232で保持した基板Wをめっき槽200内のめっき液に浸漬させる。

【0109】

そして、基板Wを所定時間めっき液中に浸漬させた後、基板ヘッド204を上昇させて、基板Wをめっき槽200内のめっき液から引き上げ、必要に応じて、前述のように、基板Wに向けて噴射ノズル268から純水（停止液）を噴射して

基板Wを直ちに冷却し、更に基板ヘッド204を上昇させて基板Wをめっき槽200の上方位置まで引き上げて、基板ヘッド204の回転を停止させる。

【0110】

次に、基板ヘッド204のヘッド部232で基板Wを吸着保持したまま、基板ヘッド204を洗浄槽202の直上方位置に移動させる。そして、基板ヘッド204を回転させながら洗浄槽202内の所定の位置まで下降させ、噴射ノズル280から純水等の洗浄液（リンス液）を噴射して基板Wを洗浄（リンス）し、同時に、ヘッド洗浄ノズル286から純水等の洗浄液を噴射して、基板ヘッド204のヘッド部232の、少なくともめっき液に接液する部分を該洗浄液で洗浄する。

【0111】

この基板Wの洗浄が終了した後、基板ヘッド204の回転を停止させ、基板ヘッド204を上昇させて基板Wを洗浄槽202の上方位置まで引き上げ、更に基板ヘッド204を搬送ロボット16との受渡し位置まで移動させ、この搬送ロボット16に基板Wを受渡して次工程に搬送する。

【0112】

この無電解めっき装置30には、図28に示すように、無電解めっき装置30が保有するめっき液の液量を計測するとともに、例えば吸光光度法、滴定法、電気化学的測定などでめっき液の組成を分析し、めっき液中の不足する成分を補給するめっき液管理ユニット330が備えられている。そして、これらの分析結果を信号処理してめっき液中の不足する成分を、図示しない補給槽から定量ポンプなどを使ってめっき液貯槽302へ補給してめっき液の液量と組成を管理するようになっており、これによって、薄膜めっきを再現性良く実現できる。

【0113】

このめっき液管理ユニット330は、無電解めっき装置30が保有するめっき液の溶存酸素を、例えば電気化学的方法等により測定する溶存酸素濃度計332を有しており、この溶存酸素濃度計332の指示により、例えば脱気、窒素吹き込みその他の方法でめっき液中の溶存酸素濃度を一定に管理することができるようになっている。このように、めっき液中の溶存酸素濃度を一定に管理すること

で、めっき反応を再現性良く実現することができる。

【0114】

なお、めっき液を繰り返し利用すると、外部からの持ち込みやそれ自身の分解によってある特定成分が蓄積し、めっきの再現性や膜質の劣化につながることもある。このような特定成分を選択的に除去する機構を追加することにより、液寿命の延長と再現性の向上を図ることができる。

【0115】

図29は、研磨装置（CMP装置）32の一例を示す。この研磨装置32は、上面に研磨布（研磨パッド）820を貼付して研磨面を構成する研磨テーブル822と、基板Wをその被研磨面を研磨テーブル822に向けて保持するトップリング824とを備えている。そして、研磨テーブル822とトップリング824とをそれぞれ自転させ、研磨テーブル822の上方に設置された砥液ノズル826より砥液を供給しつつ、トップリング824により基板Wを一定の圧力で研磨テーブル822の研磨布820に押圧することで、基板Wの表面を研磨するようになっている。なお、研磨パッドとして、予め砥粒を入れた固定砥粒方式を採用したものを使用してもよい。

【0116】

このようなCMP装置32を用いて研磨作業を継続すると研磨布820の研磨面の研磨力が低下するが、この研磨力を回復させるために、ドレッサー828を設け、このドレッサー828によって、研磨する基板Wの交換時などに研磨布820の目立て（ドレッシング）が行われている。このドレッシング処理においては、ドレッサー828のドレッシング面（ドレッシング部材）を研磨テーブル822の研磨布820に押圧しつつ、これらを自転させることで、研磨面に付着した砥液や切削屑を除去すると共に、研磨面の平坦化及び目立てが行われ、研磨面が再生される。また、研磨テーブル822に基板の表面の状態を監視するモニタを取付け、その場（In-situ）で研磨の終点（エンドポイント）を検出してもよく、またその場（In-situ）で基板の仕上がり状態を検査するモニタを取付けるとよい。

【0117】

図30及び図31は、反転機を備えた膜厚測定器24を示す。同図に示すように、この膜厚測定器24は反転機339を備え、この反転機339は、反転アーム353、353を備えている。この反転アーム353、353は、基板Wの外周をその左右両側から挟み込んで保持し、これを180°回転することによって反転させる機能を有する。そしてこの反転アーム353、353（反転ステージ）の直下に円形の取付け台355を設置し、取付け台355上に複数の膜厚センサSを設置する。取付け台355は駆動機構357によって上下動自在に構成されている。

【0118】

そして基板Wの反転時には、取付け台355は、基板Wの下方の実線の位置に待機しており、反転の前又は後に点線で示す位置まで上昇して膜厚センサSを反転アーム353、353に把持した基板Wに接近させ、その膜厚を測定する。

【0119】

この例によれば、搬送ロボットのアームなどの制約がないため、取付け台355上の任意の位置に膜厚センサSを設置できる。また、取付け台355は上下動自在な構成となっているので、測定時に基板Wとセンサ間の距離を調整することも可能である。また、検出目的に応じた複数の種類のセンサを取付けて、各々のセンサの測定毎に基板Wと各センサ間の距離を変更することも可能である。但し取付け台355が上下動するため、測定時間をやや要することになる。

【0120】

ここで、膜厚センサSとして、例えば渦電流センサが使用される。渦電流センサは渦電流を発生させ、基板Wを導通して帰ってきた電流の周波数や損失を検出することにより膜厚を測定するものであり、非接触で用いられる。更に膜厚センサSとしては、光学的センサも好適である。光学的センサは、試料に光を照射し、反射する光の情報から膜厚を直接的に測定することができるものであり、金属膜だけでなく酸化膜などの絶縁膜の膜厚測定も可能である。膜厚センサSの設置位置は図示のものに限定されず、測定したい箇所に任意の個数を取付ける。

【0121】

次に、このように構成された基板処理装置によって、図1(a)に示す、シー

ド層 6 を形成した基板に銅配線を形成する一連の処理を、図 3 2 を更に参照して説明する。

【0122】

先ず、表面にシード層 6 を形成した基板 W を搬送ボックス 10 から一枚ずつ取出し、ロード・アンロードステーション 14 に搬入する。そして、このロード・アンロードステーション 14 に搬入した基板 W を搬送ロボット 16 で膜厚測定器 24 に搬送し、この膜厚測定器 24 でイニシャル膜厚（シード層 6 の膜厚）を測定し、しかる後、必要に応じて、基板を反転させてめっき装置 18 に搬送し、このめっき装置 18 で、図 1（b）に示すように、基板 W の表面に銅層 7 を堆積させて、銅の埋込みを行う。

【0123】

そして、この銅層 7 を形成した基板を、搬送ロボット 16 で洗浄・乾燥装置 20 に搬送して、基板 W の純水による洗浄を行ってスピン乾燥させるか、またはめっき装置 18 にスピン乾燥機能が備えられている場合には、このめっき装置 18 で基板 W のスピン乾燥（液切り）を行って、この乾燥後の基板をベベルエッチング・裏面洗浄装置 22 に搬送する。

【0124】

このベベルエッチング・裏面洗浄装置 22 では、基板 W のベベル（エッジ）部に付着した不要な銅をエッチング除去すると同時に、基板の裏面を純水等で洗浄し、しかる後、前述と同様に、搬送ロボット 16 で洗浄・乾燥装置 20 に搬送して、基板 W の純水による洗浄を行ってスピン乾燥させるか、またはベベルエッチング・裏面洗浄装置 22 にスピン乾燥機能が備えられている場合には、このベベルエッチング・裏面洗浄装置 22 で基板 W のスピン乾燥を行って、この乾燥後の基板を、搬送ロボット 16 で熱処理装置 26 に搬送する。

【0125】

この熱処理装置 26 で基板 W の熱処理（アニール）を行う。そして、この熱処理後の基板 W を搬送ロボット 16 で膜厚測定器 24 に搬送し、ここで銅の膜厚を測定し、この測定結果と前述のイニシャル膜厚の測定結果との差から、銅層 7（図 1（b）参照）の膜厚を求め、この測定後の膜厚によって、例えば次に基板に

対するめっき時間を調整し、また膜厚が不足する場合には、再度めっきによる銅の追加の成膜を行う。そして、この膜厚測定後の基板Wを、搬送ロボット16により研磨装置32に搬送する。

【0126】

この研磨装置32で、図1(c)に示すように、基板Wの表面に堆積した不要な銅層7及びシード層6を研磨除去して、基板Wの表面を平坦化する。この時、例えば、膜厚や基板の仕上がり具合をモニタで検査し、このモニタで終点（エンドポイント）を検知した時に、研磨を終了する。そして、この研磨後の基板Wを搬送ロボット16で洗浄・乾燥装置20に搬送し、この洗浄・乾燥装置20で基板表面を薬液で洗浄し、更に純水で洗浄（リンス）した後、高速回転させてスピン乾燥させる。そして、このスピン乾燥後の基板Wを搬送ロボット16で前処理装置28に搬送する。

【0127】

この前処理装置28で、例えば基板表面へのPd触媒の付着や、基板の露出表面に付着した酸化膜の除去等の少なくとも一方のめっき前処理を行う。そして、このめっき前処理後の基板を、前述のように、搬送ロボット16で洗浄・乾燥装置20に搬送して、基板Wの純水による洗浄を行ってスピン乾燥させるか、または前処理装置28にスピン乾燥機能が備えられている場合には、この前処理装置28で基板Wのスピン乾燥（液切り）を行って、この乾燥後の基板を搬送ロボット16で無電解めっき装置30に搬送する。

【0128】

この無電解めっき装置30で、図1(d)に示すように、露出した配線8の表面に、例えば無電解Co-W-Pめっきを施して、配線8の外部への露出表面に、Co-W-P合金膜からなる保護膜（めっき膜）9を選択的に形成して配線8を保護する。この保護膜9の膜厚は、0.1～500nm、好ましくは、1～200nm、更に好ましくは、10～100nm程度である。この時、例えば、保護膜9の膜厚をモニタして、この膜厚が所定の値に達した時、つまり終点（エンドポイント）を検知した時に、無電解めっきを終了する。

【0129】

そして、無電解めっきが終了した基板を、搬送ロボット 16 で洗浄・乾燥装置 20 に搬送し、この洗浄・乾燥装置 20 で基板表面を薬液で洗浄し、更に純水で洗浄（リンス）した後、高速回転させてスピン乾燥させる。そして、このスピン乾燥後の基板 W を搬送ロボット 16 でロード・アンロードステーション 14 を経由して搬送ボックス 10 内に戻す。

なお、この例は、配線材料として、銅を使用した例を示しているが、この銅の他に、銅合金、銀及び銀合金等を使用しても良い。

【0130】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明によれば、多孔質体を基板ステージで保持した基板の被めっき面に任意の圧力で押圧する時に多孔質体と被めっき面との間の隙間に存在するめっき液を排除することで、荷重を大きくすることなく、多孔質体の全面を基板の被めっき面に均一に密着させた状態でめっきを行うことができる。これによって、配線溝（トレンチ）や微孔（ビアホール）の内部に優先的にめっきを行って配線材料（金属膜）を埋込んで、めっき後の表面の平坦性を向上させることができる。従って、CMP のような凸部の選択的エッチングプロセスの負荷を削減または省略して、コスト削減のみならず、ディッシングやオキサイドエロージョン等の CMP 特有の問題も解決することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

半導体装置における配線形成例を工程順に示す図である。

【図 2】

本発明の実施の形態におけるめっき装置を備えた基板処理装置の平面図である。

【図 3】

図 2 に示すめっき装置の要部を示す概要図である。

【図 4】

図 3 に示すめっき装置で多孔質体と基板の被めっき面との間に生じる隙間に存在するめっき液を排除する時の説明に付する図である。

【図 5】

本発明の他の実施の形態におけるめっき装置の要部を示す概要図である。

【図 6】

本発明の更に他の実施の形態におけるめっき装置の要部を示す概要図である。

【図 7】

本発明の更に他の実施の形態におけるめっき装置の要部を示す概要図である。

【図 8】

図 7 に示すめっき装置で多孔質体と基板の被めっき面との間に生じる隙間に存在するめっき液を排除する時の説明に付する図である。

【図 9】

めっき液管理供給システムの一例を示す系統図である。

【図 10】

図 3 に示す洗浄・乾燥装置の一例を示す縦断正面図である。

【図 11】

同じく、平面図である。

【図 12】

図 3 に示すベベルエッチング・裏面洗浄装置の一例を示す概略図である。

【図 13】

図 3 に示す熱処理装置の一例を示す縦断正面図である。

【図 14】

同じく、平断面図である。

【図 15】

図 3 に示す前処理装置の基板受渡し時における正面図である。

【図 16】

同じく、薬液処理時における正面図である。

【図 17】

同じく、リンス時における正面図である。

【図 18】

同じく、基板受渡し時における処理ヘッドを示す断面図である。

【図 19】

同じく、図 18 の A 部拡大図である。

【図 20】

同じく、基板固定時における図 19 相当図である。

【図 21】

同じく、系統図である。

【図 22】

図 3 に示す無電解めっき装置の基板受渡し時における基板ヘッドを示す断面図である。

【図 23】

同じく、図 22 の B 部拡大図である。

【図 24】

同じく、基板固定時における基板ヘッドを示す図 23 相当図である。

【図 25】

同じく、めっき処理時における基板ヘッドを示す図 23 相当図である。

【図 26】

同じく、めっき槽カバーを閉じた時のめっき槽を示す一部切断の正面図である。

【図 27】

同じく、洗浄槽を示す断面図である。

【図 28】

同じく、系統図である。

【図 29】

図 3 に示す研磨装置の一例を示す概要図である。

【図 30】

図 3 に示す膜厚測定器における反転機付近の概略正面図である。

【図 31】

同じく、反転アーム部分の平面図である。

【図 32】

図 3 に示す基板処理装置における処理フロー図である。

【図 3 3】

従来例における多孔質体と基板の被めっき面との間に生じる隙間にめっき液が存在する状態の説明に付する図である。

【符号の説明】

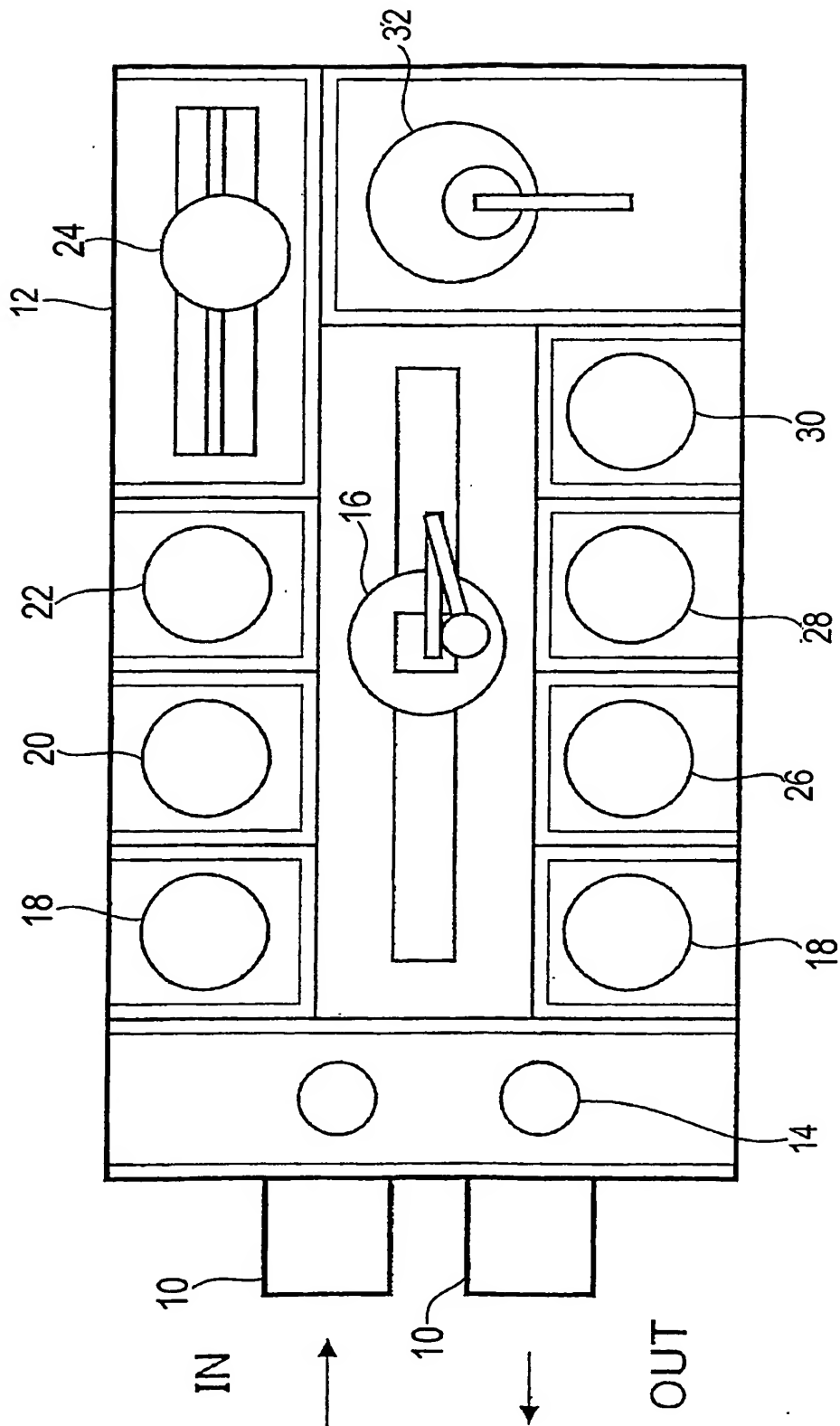
- 3 微孔（微細凹部）
- 4 配線溝（微細凹部）
- 7 銅層
- 8 配線
- 9 保護膜
- 1 0 搬送ボックス
- 1 8 めっき装置
- 2 0 洗浄・乾燥装置
- 2 2 ベベルエッチング・裏面洗浄装置
- 2 4 膜厚測定器
- 2 6 熱処理装置
- 2 8 前処理装置
- 3 0 無電解めっき装置
- 3 2 研磨装置
- 5 6 ハウジング部
- 5 8 基板ホルダ
- 6 0 処理ヘッド
- 1 0 0 処理槽
- 1 0 2 蓋体
- 1 1 2 ノズル板
- 1 1 2 a 噴射ノズル
- 1 2 0 薬液タンク
- 1 2 2 薬液ポンプ
- 1 2 4 ノズル板

124 a 噴射ノズル
132 リンス液供給源
200 めっき槽
202 洗浄槽
204 基板ヘッド
230ハウジング部
232 ヘッド部
234 吸着ヘッド
268 噴射ノズル
280 噴射ノズル
282 ノズル板
286 ヘッド洗浄ノズル
316 ヒータ
320 熱交換器
322 加熱装置
324 攪拌ポンプ
330 めっき液管理ユニット
332 溶存酸素濃度計
422 基板ステージ
428 洗浄カップ
430 薬液用ノズル
432 純水用ノズル
434 洗浄スポンジ
436 旋回アーム
500 揺動アーム
502 電極ヘッド
504 基板ステージ
504 a 真空通路
504 b 真空吸着溝

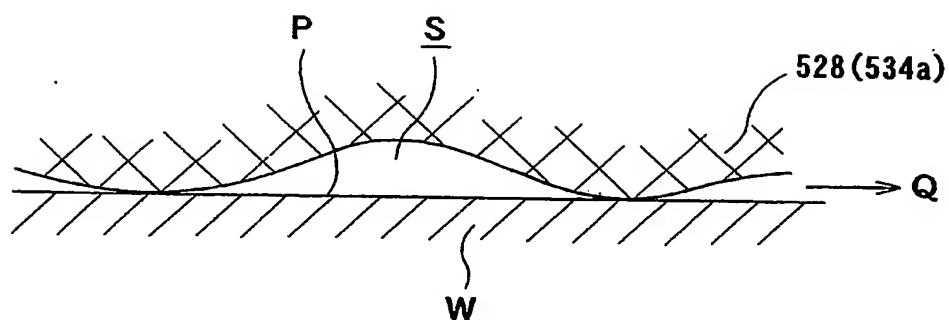
5 0 4 c 貯槽
5 0 6 カソード部
5 1 2 カソード電極
5 1 4 シール材
5 2 0 回転ハウジング
5 2 2 上下動ハウジング
5 2 4 回転体
5 2 6 アノード
5 2 8 多孔質体
5 3 0 アノード室
5 3 2 めっき液含浸材
5 3 4 多孔質パッド
5 3 4 a 下層パッド
5 3 4 b 上層パッド
5 4 0 エアバック
5 4 4 めっき液導入管
5 5 0 電源
5 6 0 ピエゾ振動子
5 6 2 超音波発振子
5 6 4 圧力ポート
5 6 8 真空ポンプ
6 0 0 めっき液トレー
6 0 4 リザーバ
6 0 8 めっき液調整タンク
6 1 0 温度コントローラ
6 1 2 めっき液分析ユニット
8 2 0 研磨布
8 2 2 研磨テーブル
8 2 4 トップリング

8 2 6 砥液ノズル
8 2 8 ドレッサー
9 2 2 基板ステージ
9 2 4 センタノズル
9 2 6 エッジノズル
9 2 8 バックノズル
1 0 0 2 チャンバ
1 0 0 4 ホットプレート
1 0 0 6 クールプレート

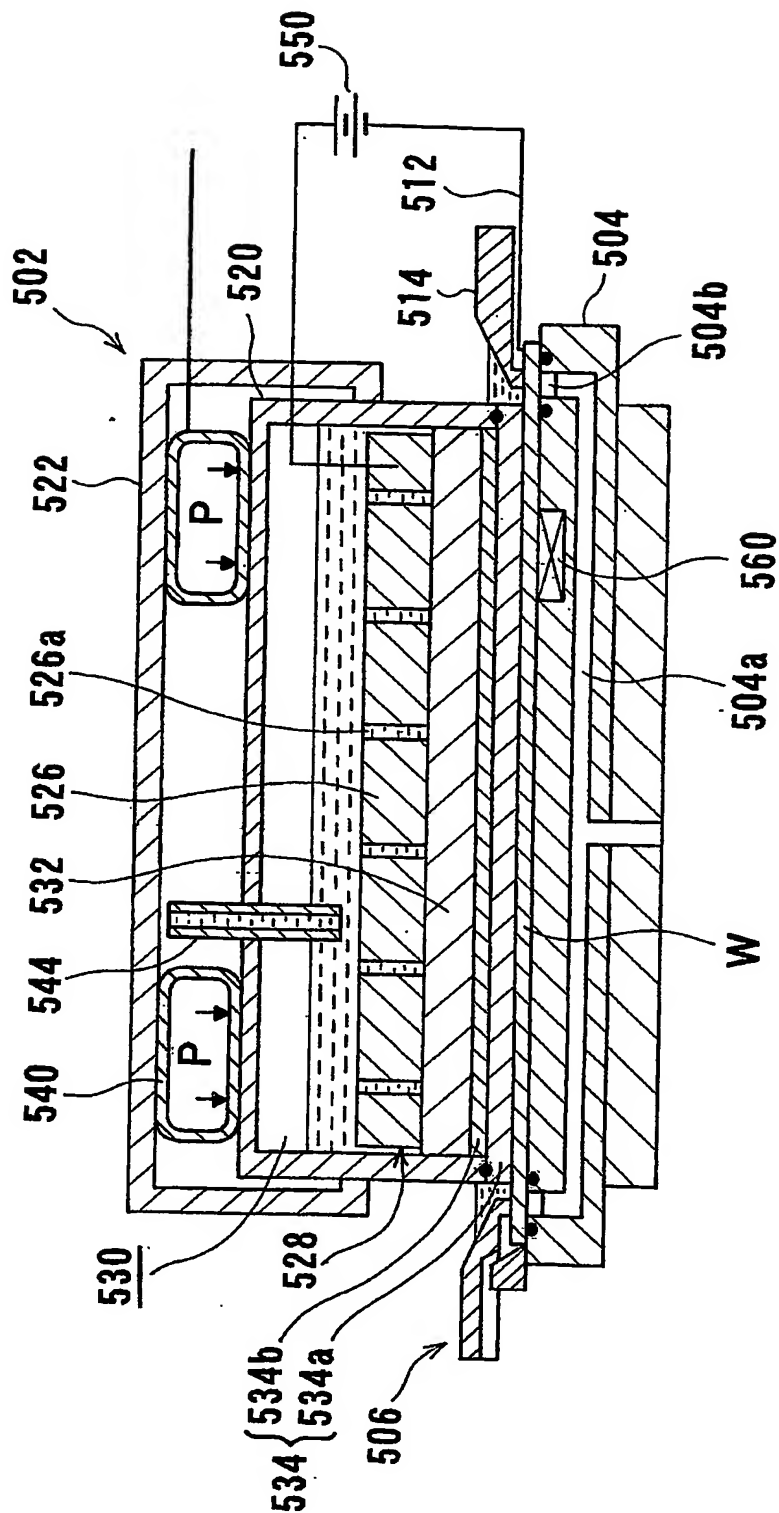
【図 2】



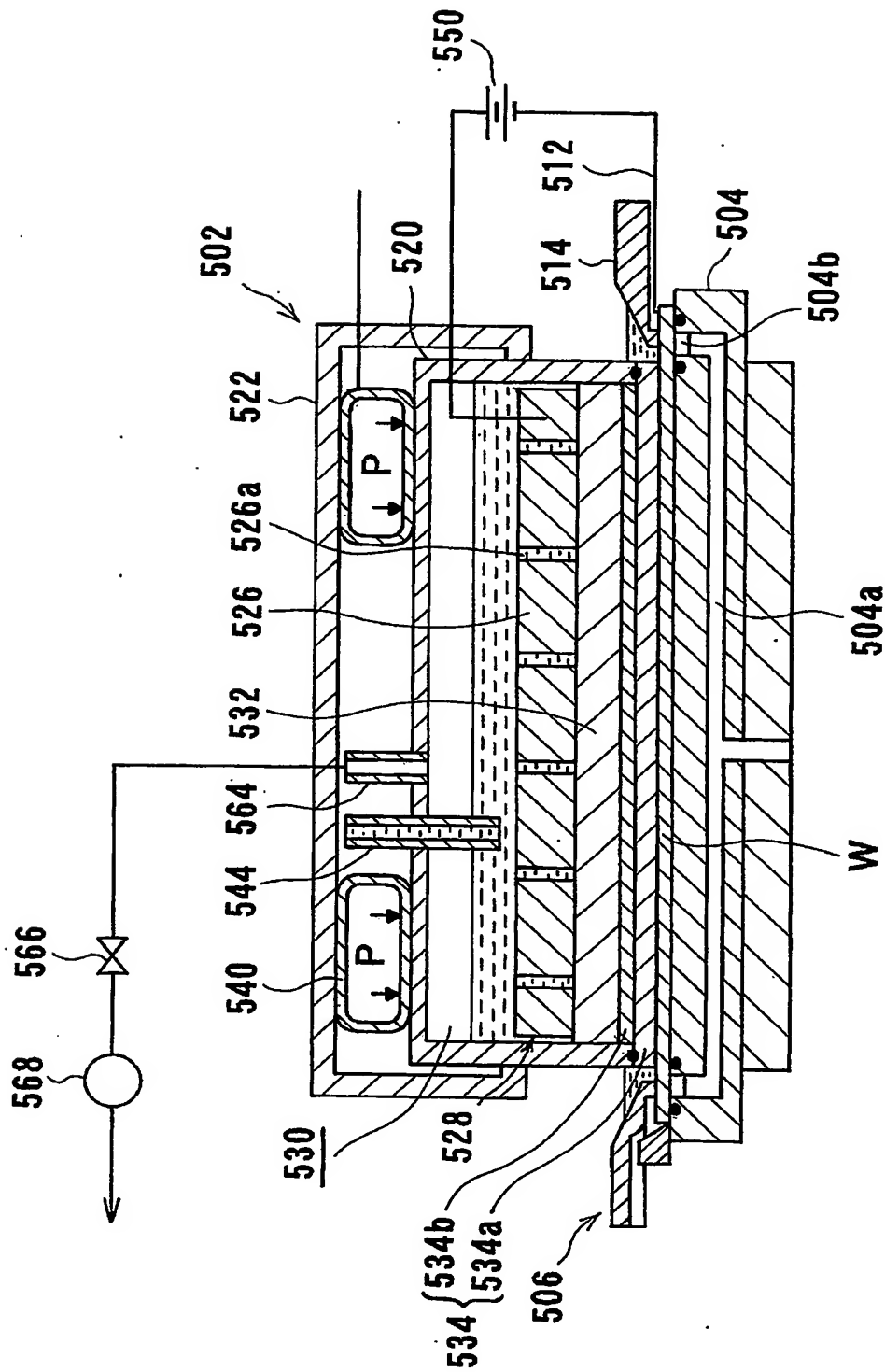
【図 4】



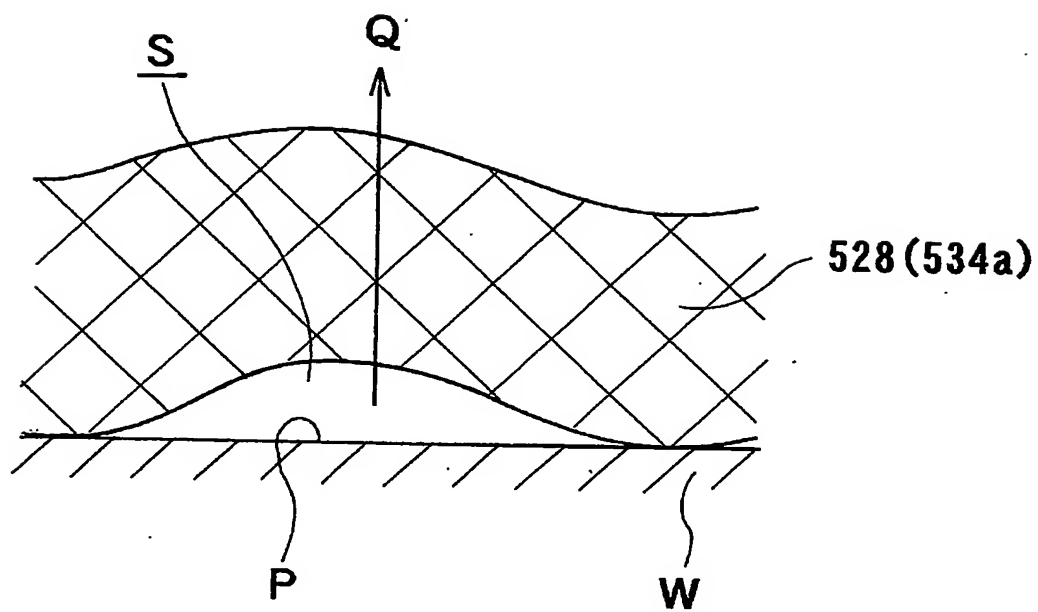
【図 5】



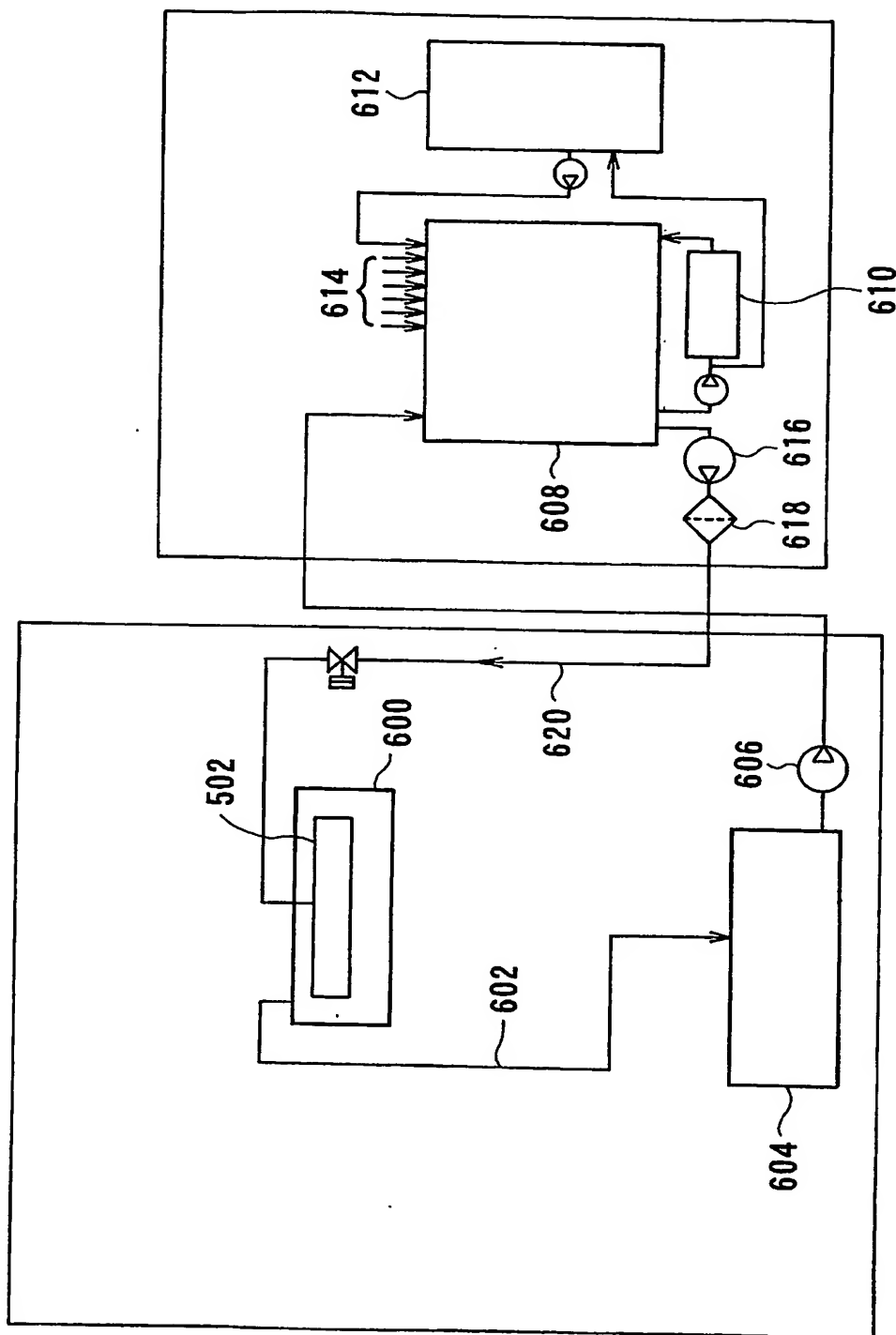
【図 7】



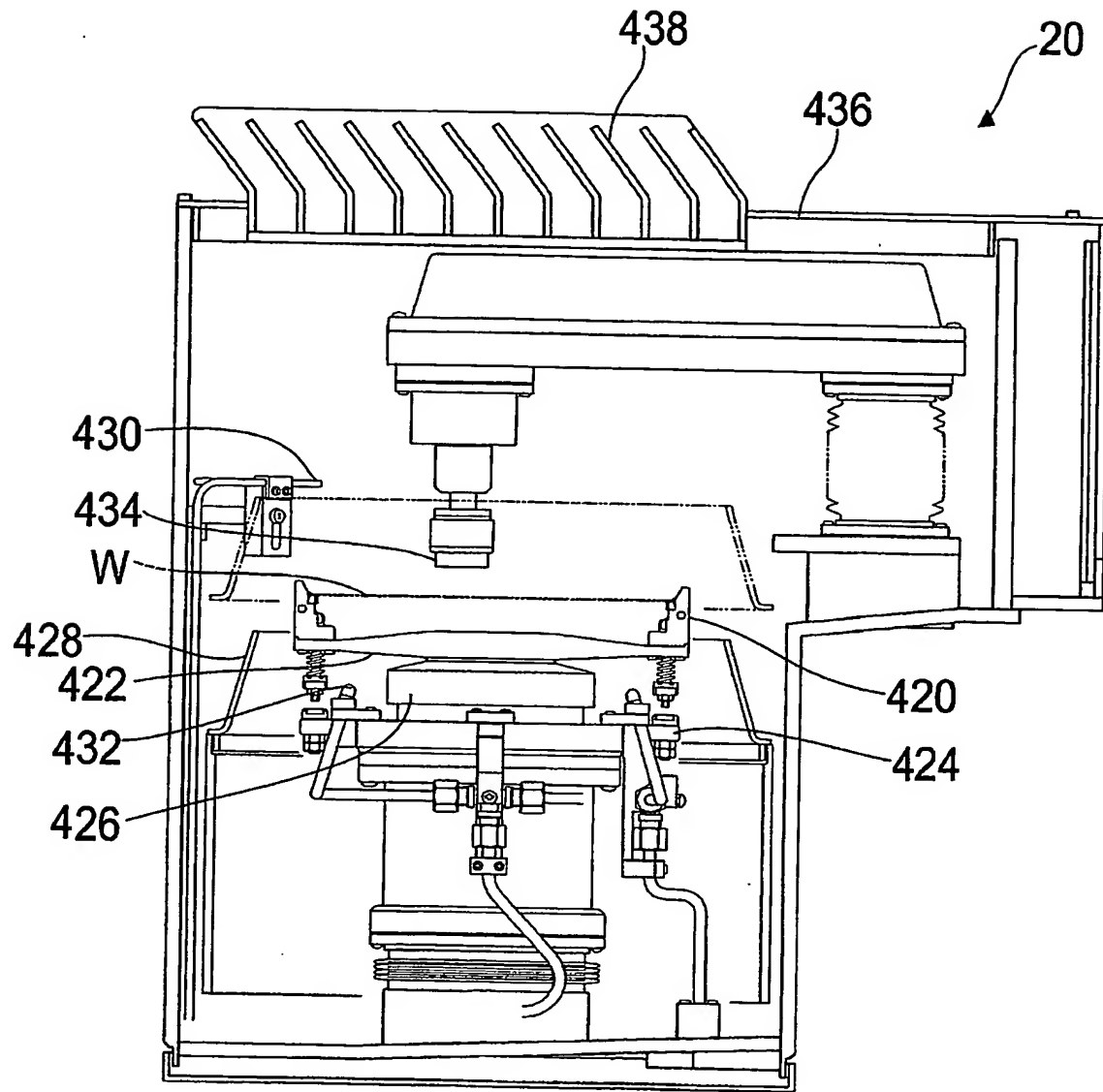
【図 8】



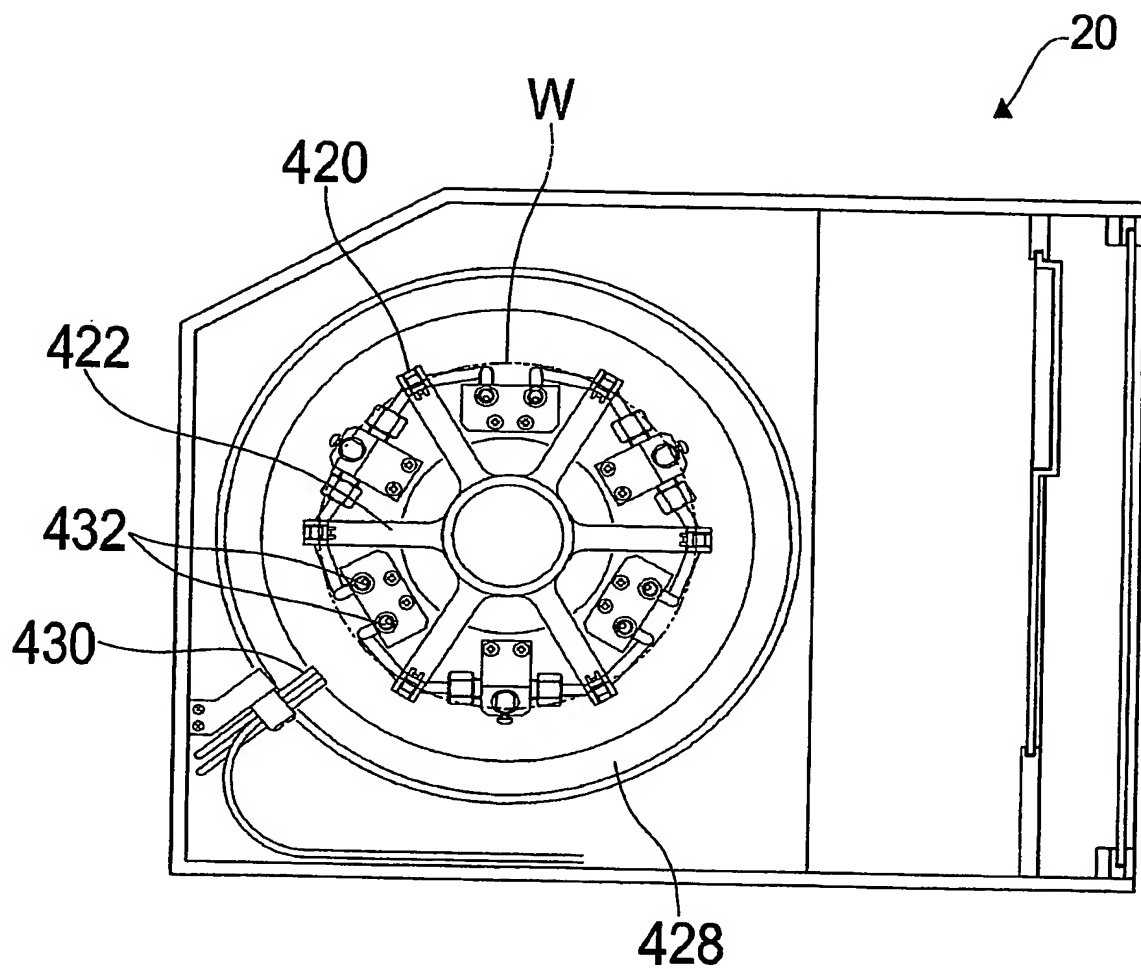
【図 9】



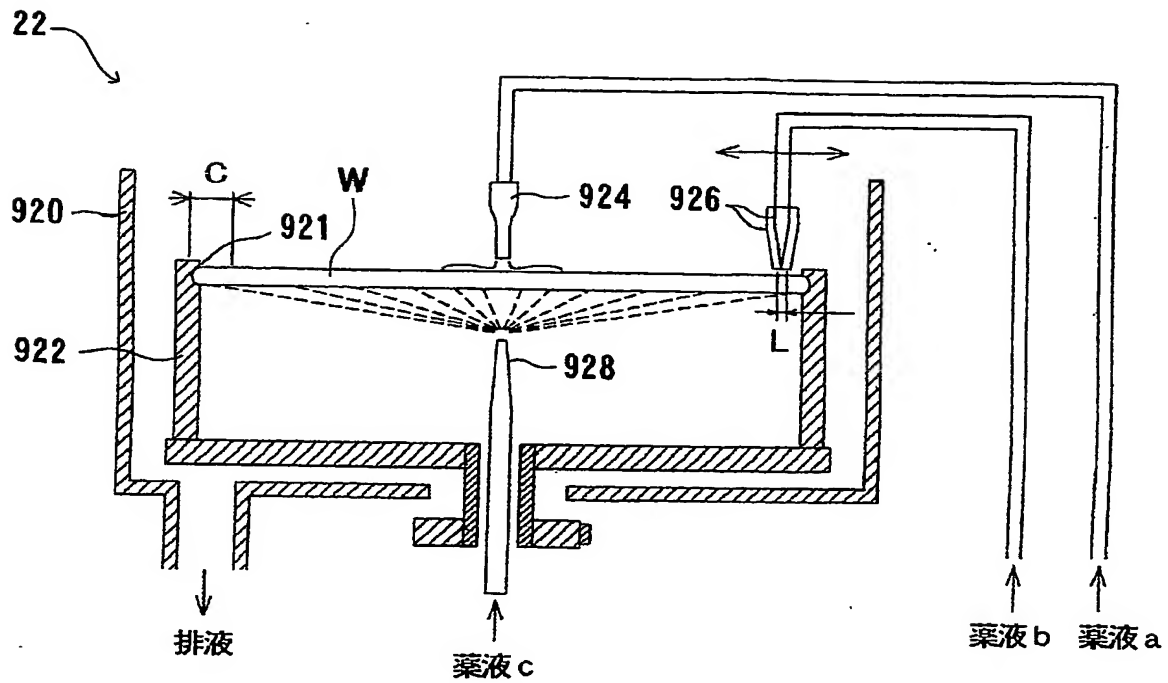
【図 10】



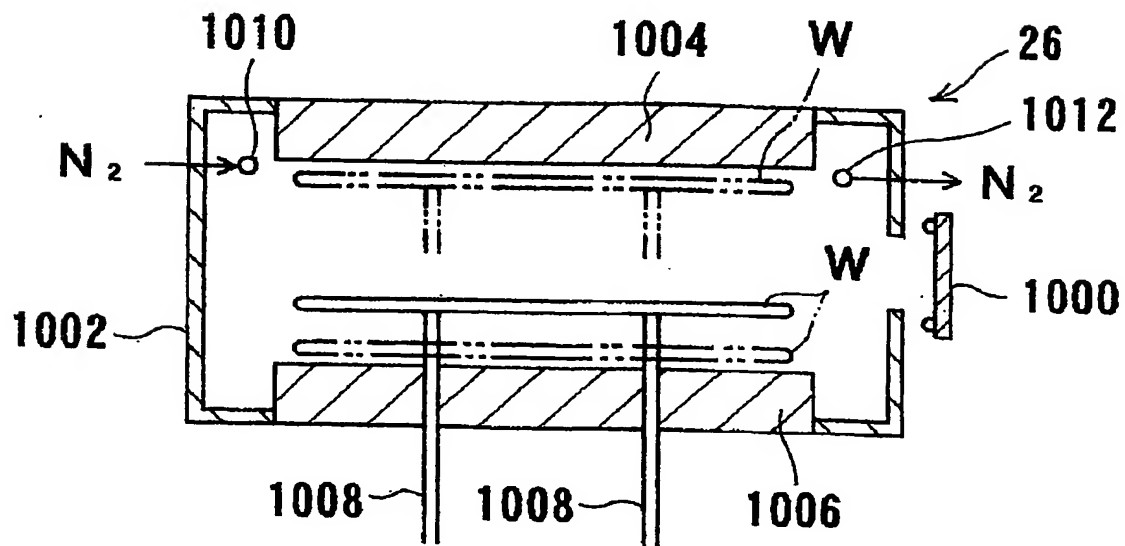
【図 11】



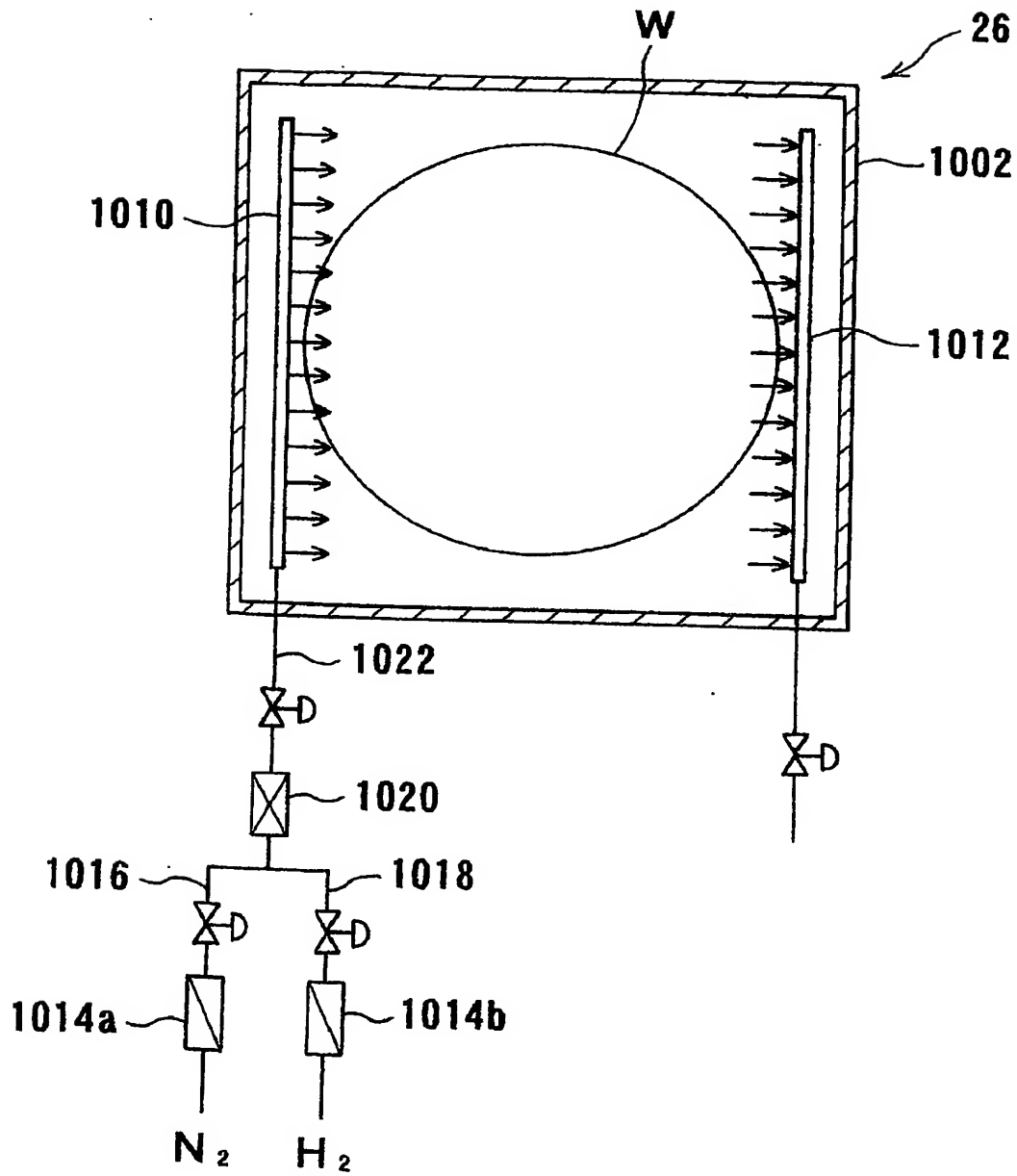
【図 12】



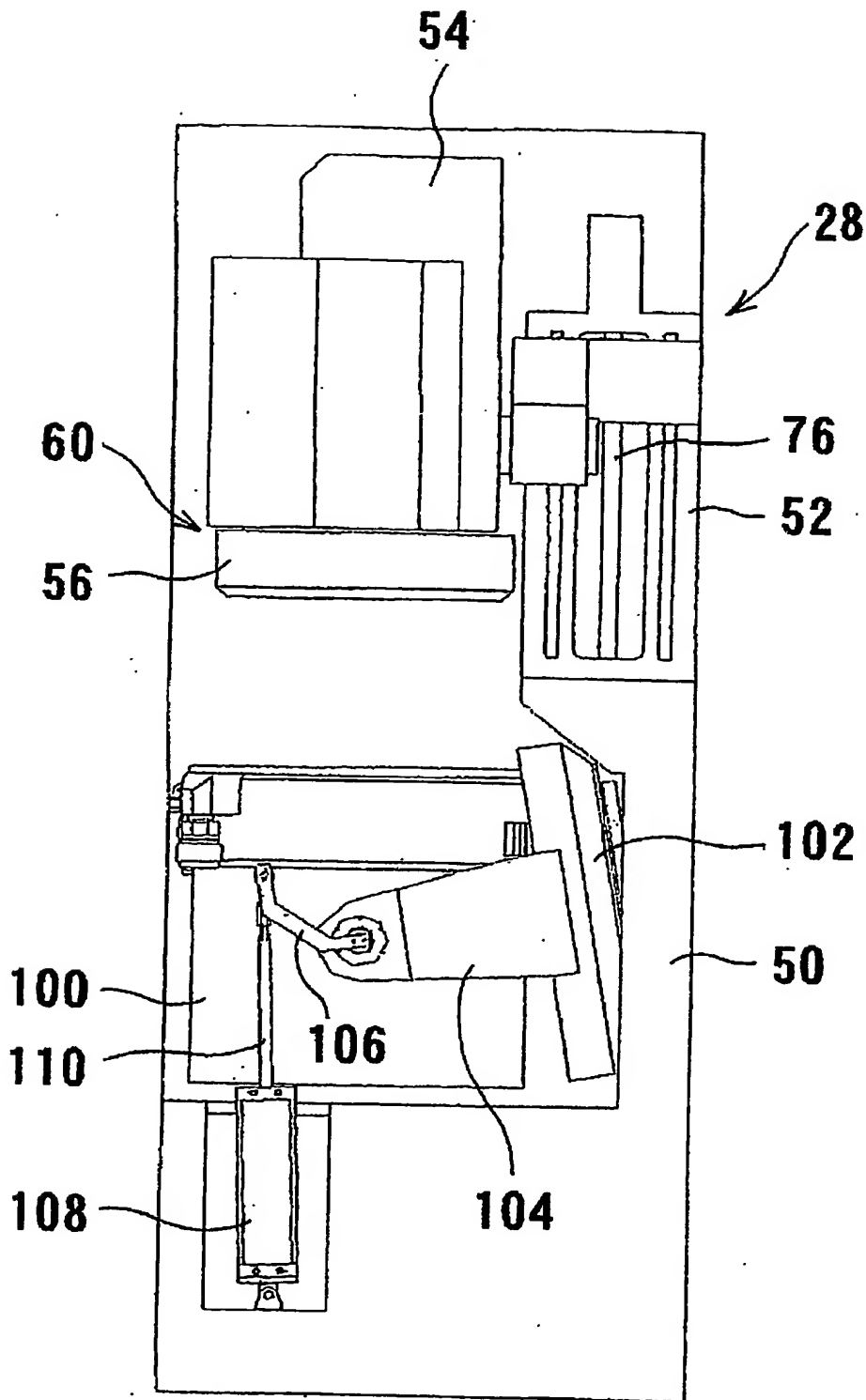
【図 13】



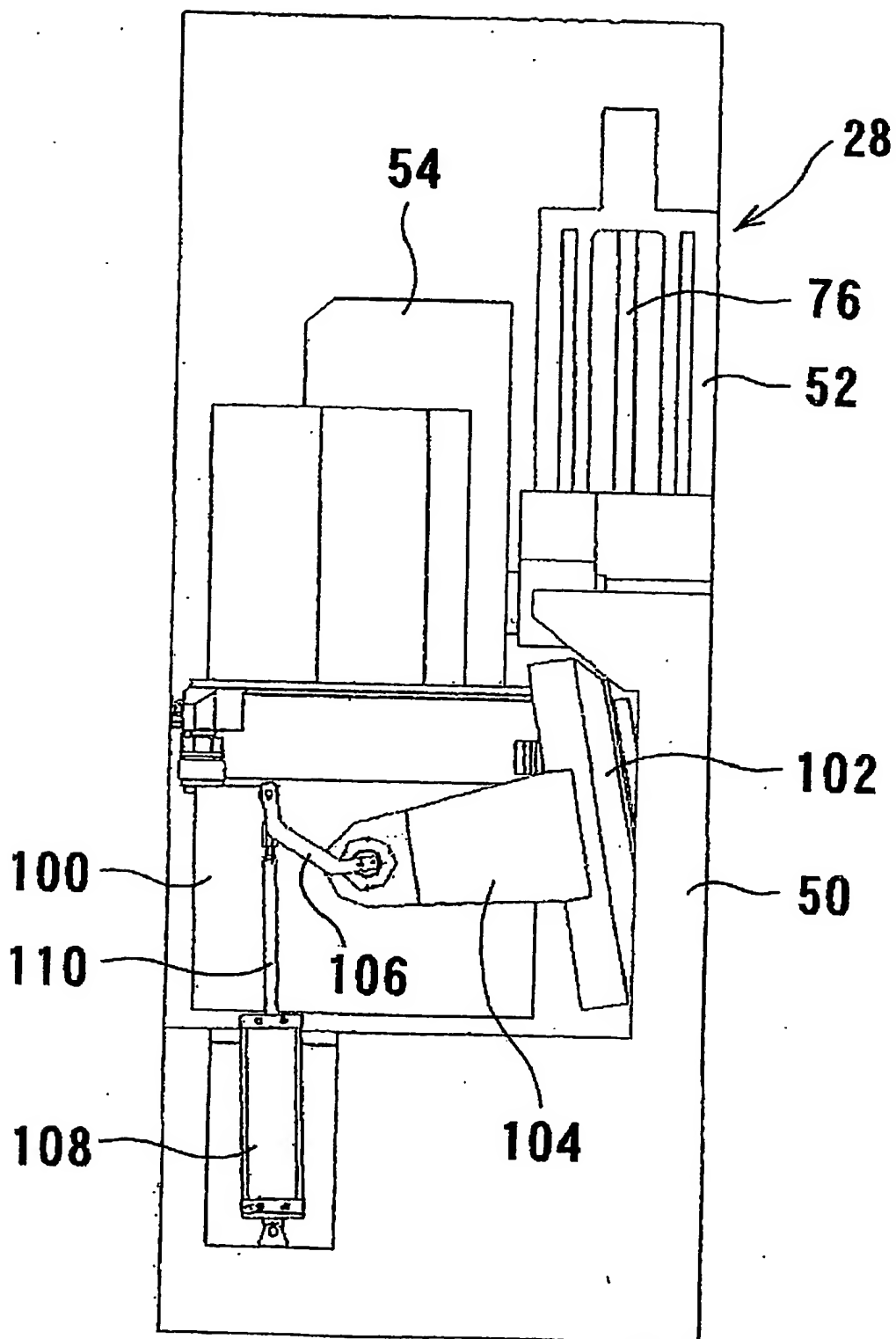
【図 14】



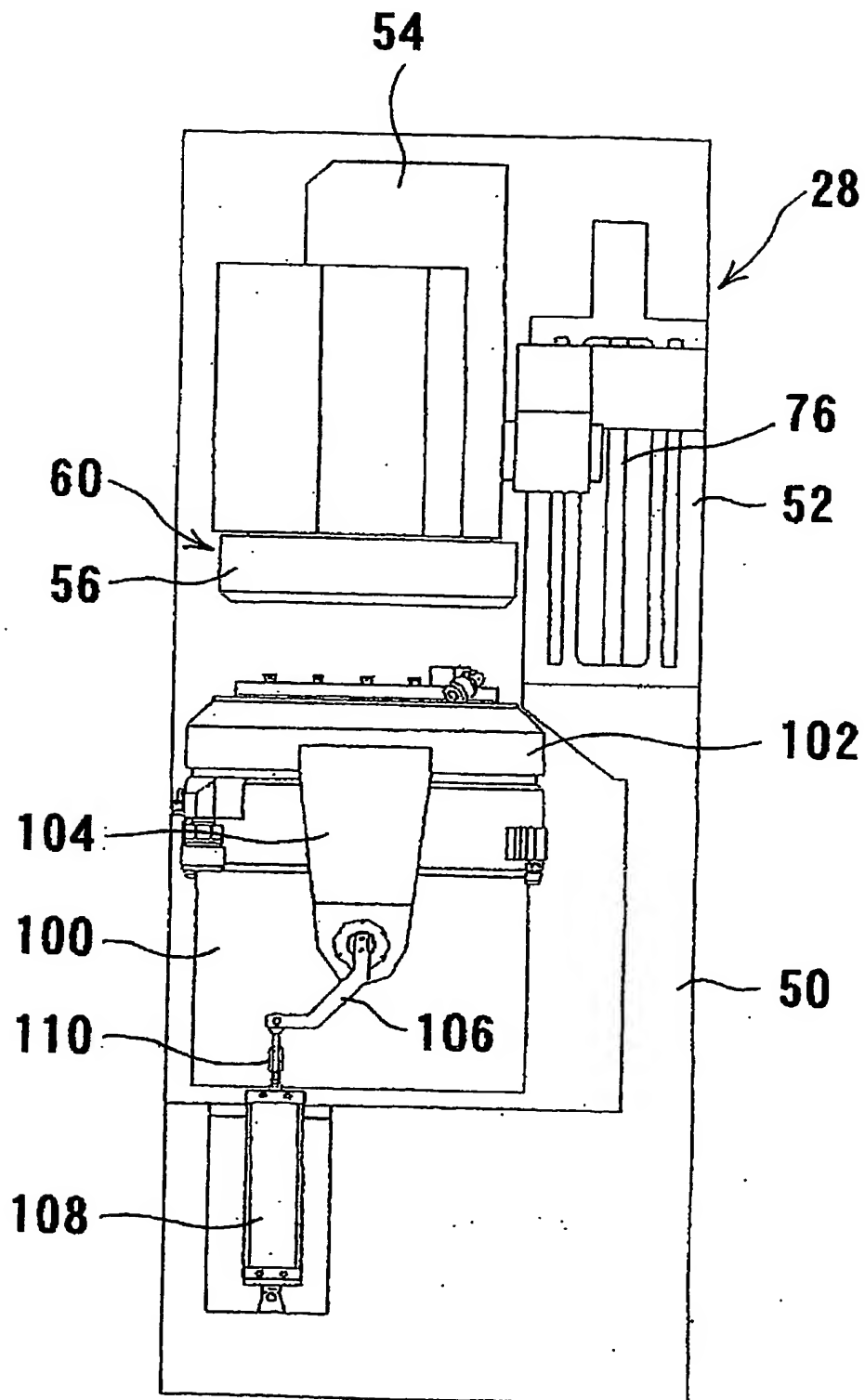
【図 15】



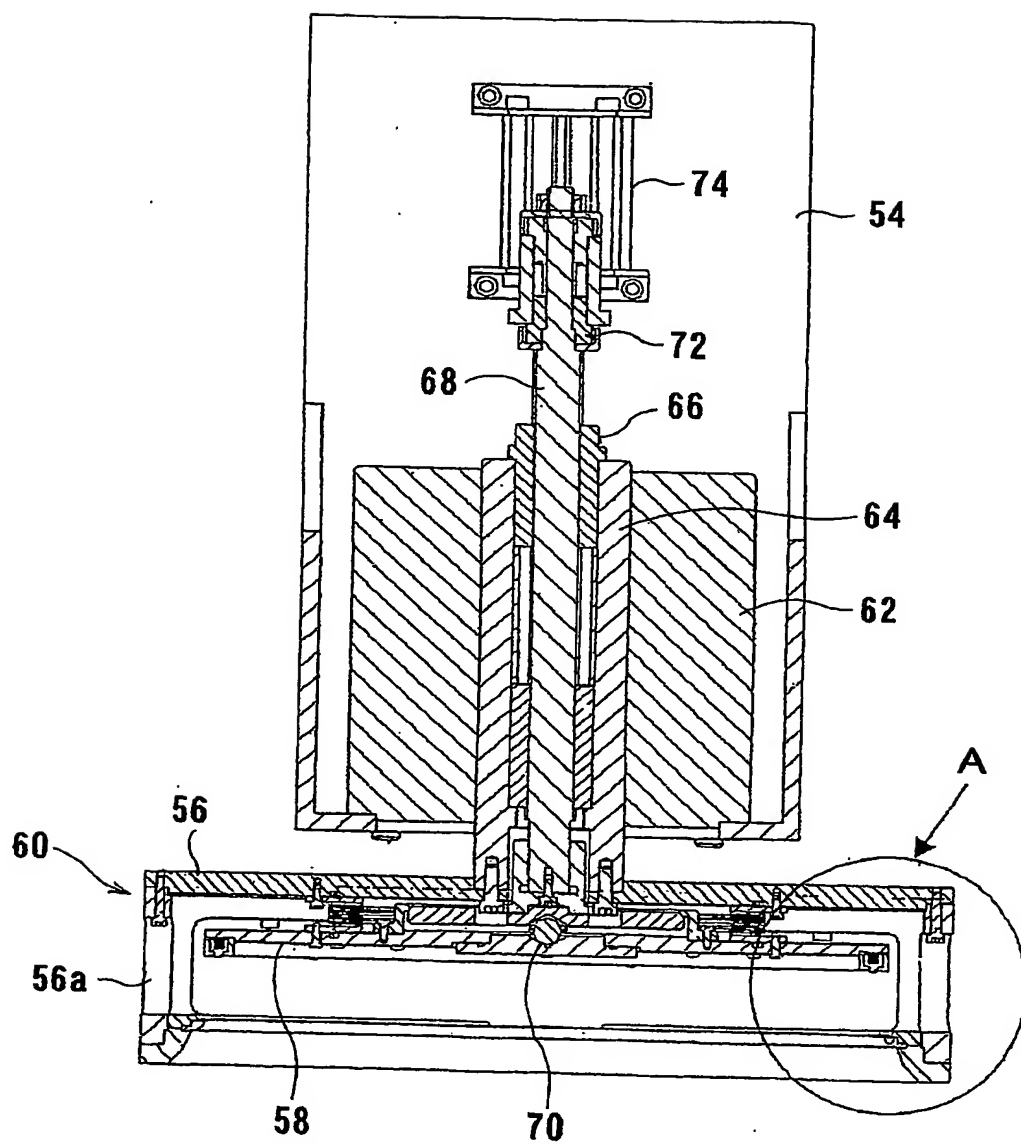
【図 16】



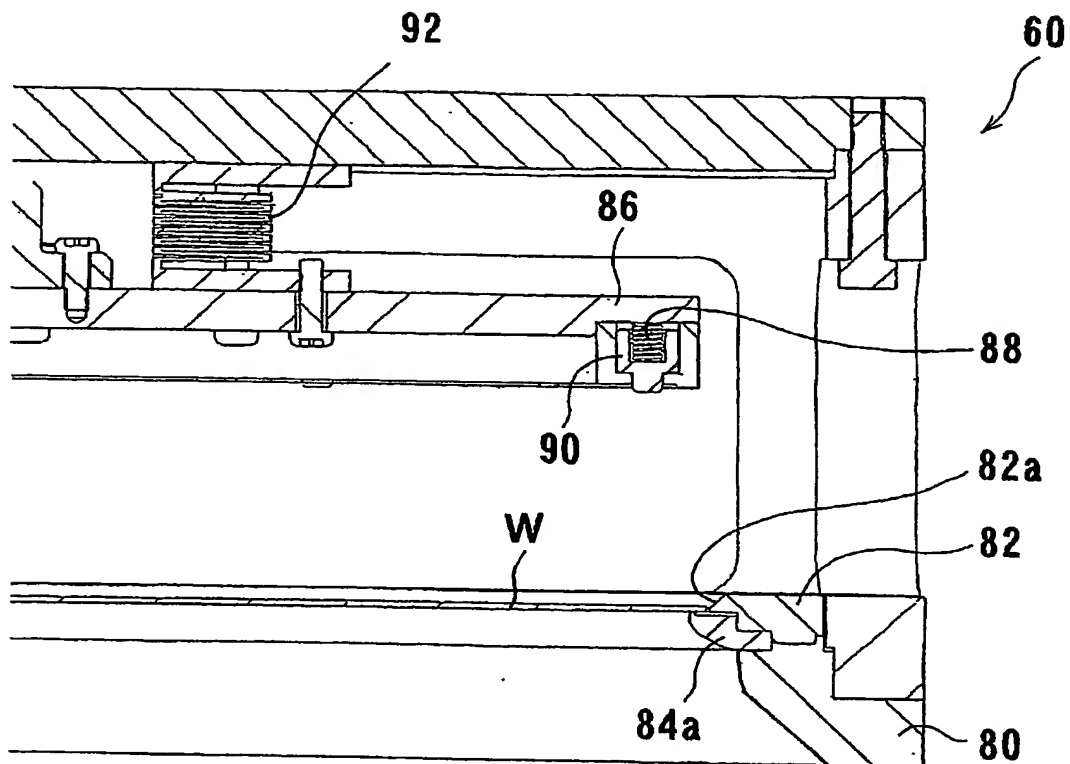
【図 17】



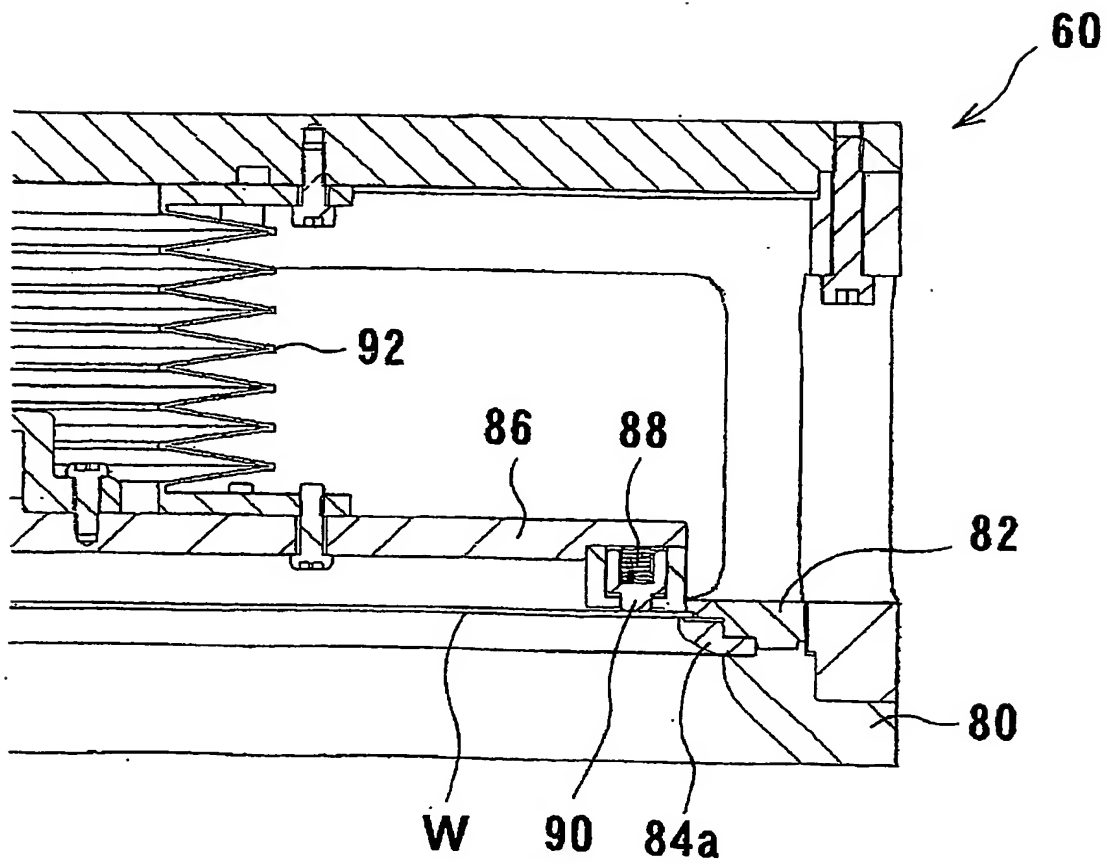
【図 18】



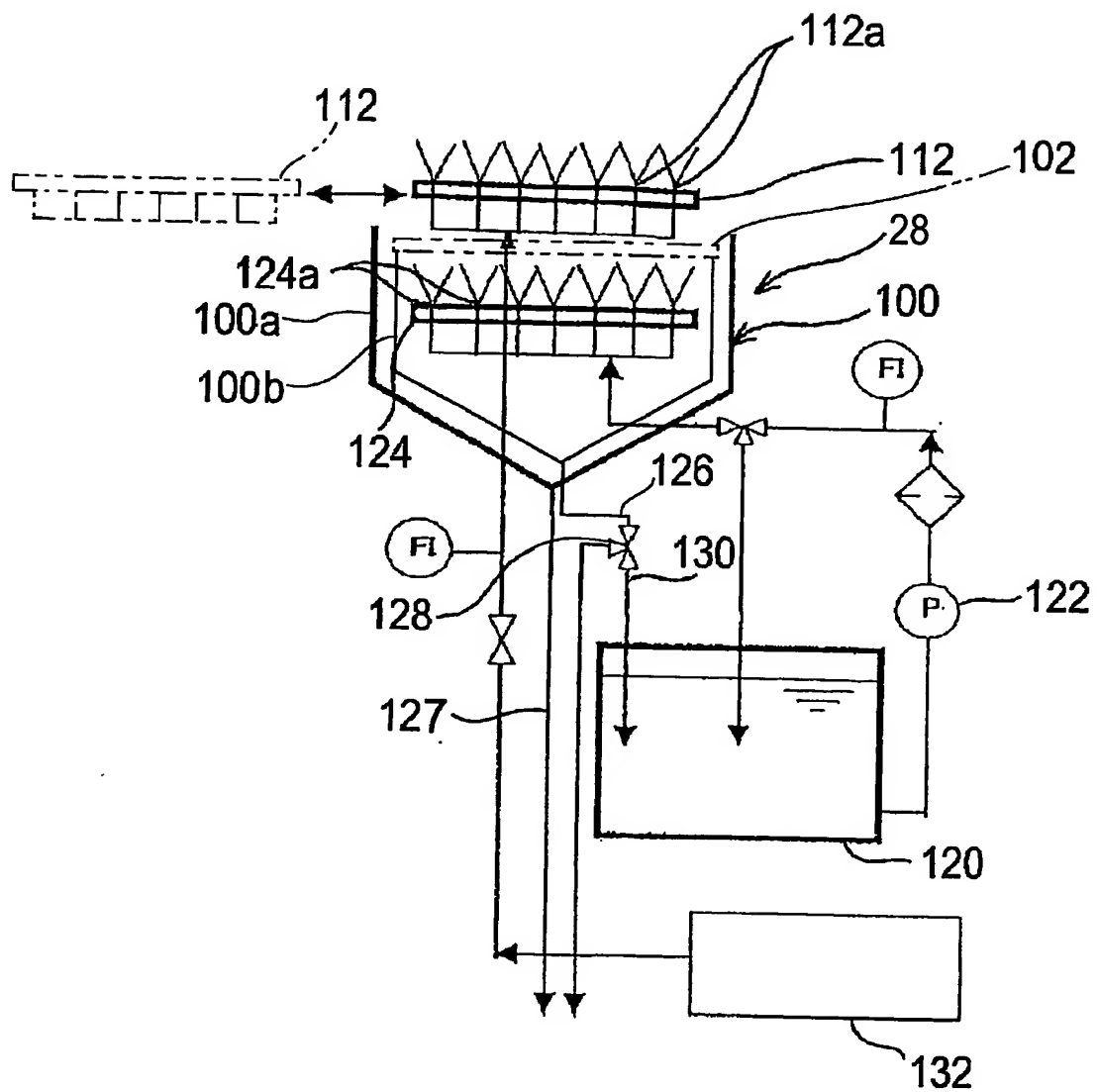
【図 19】



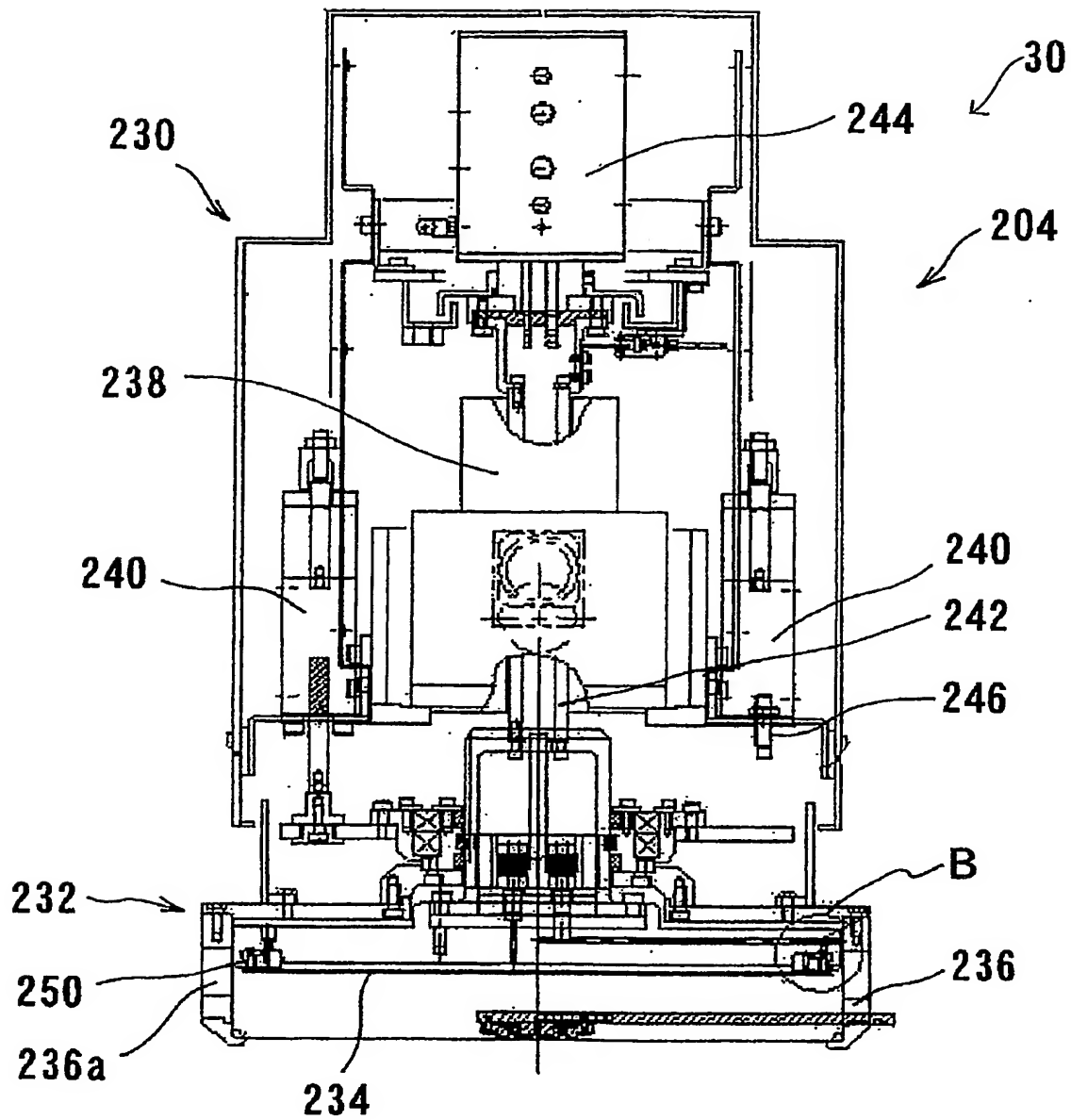
【図 20】



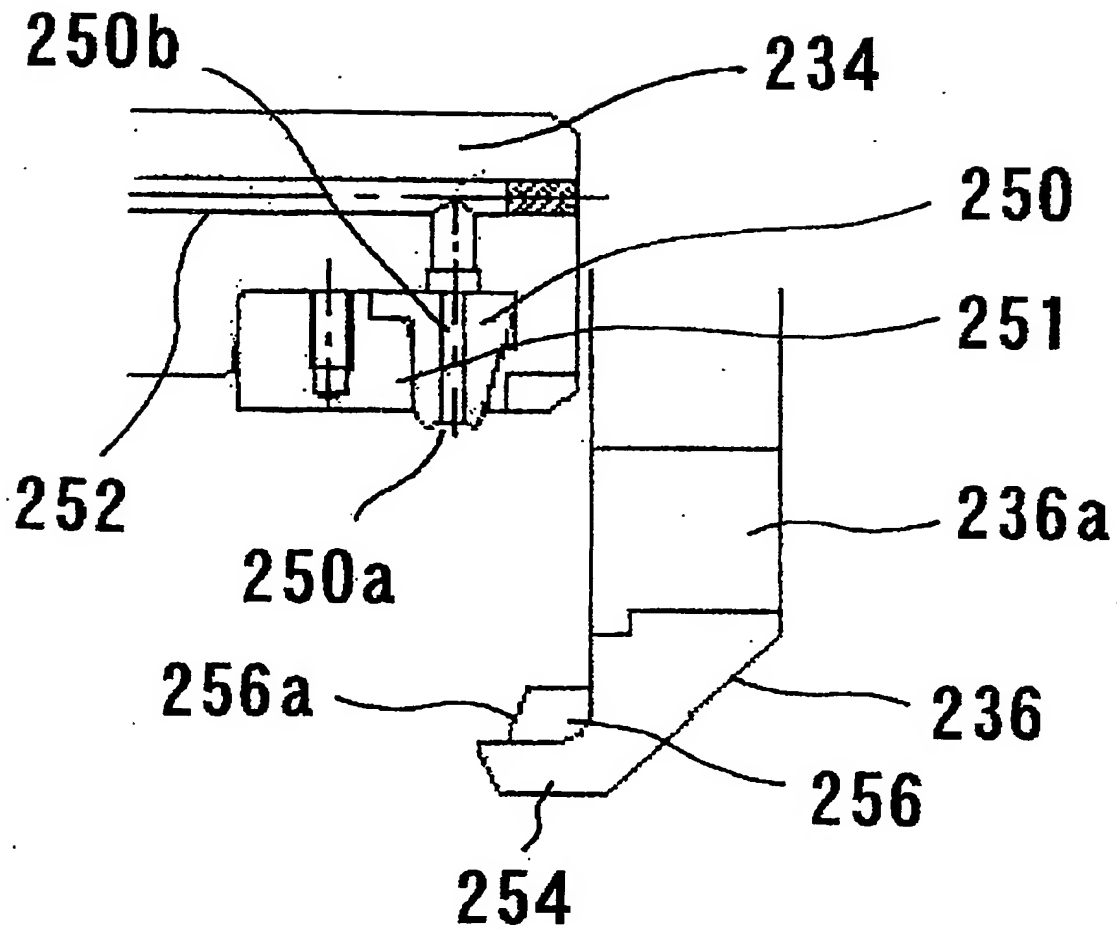
【図 21】



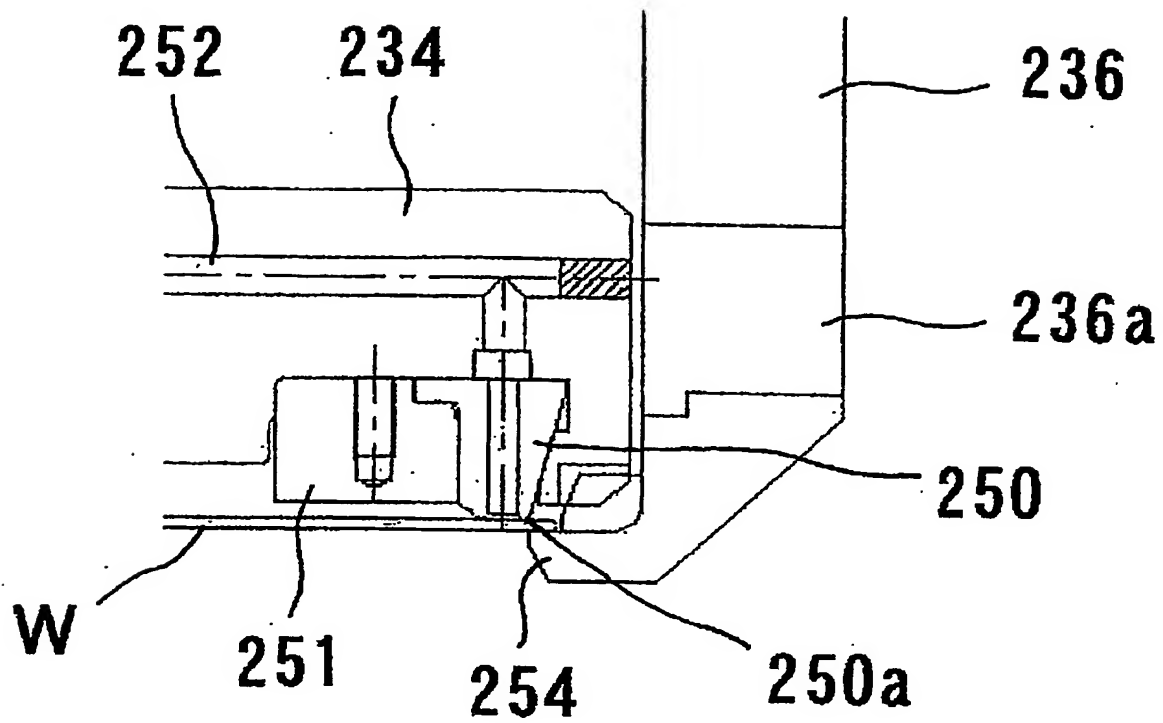
【図 22】



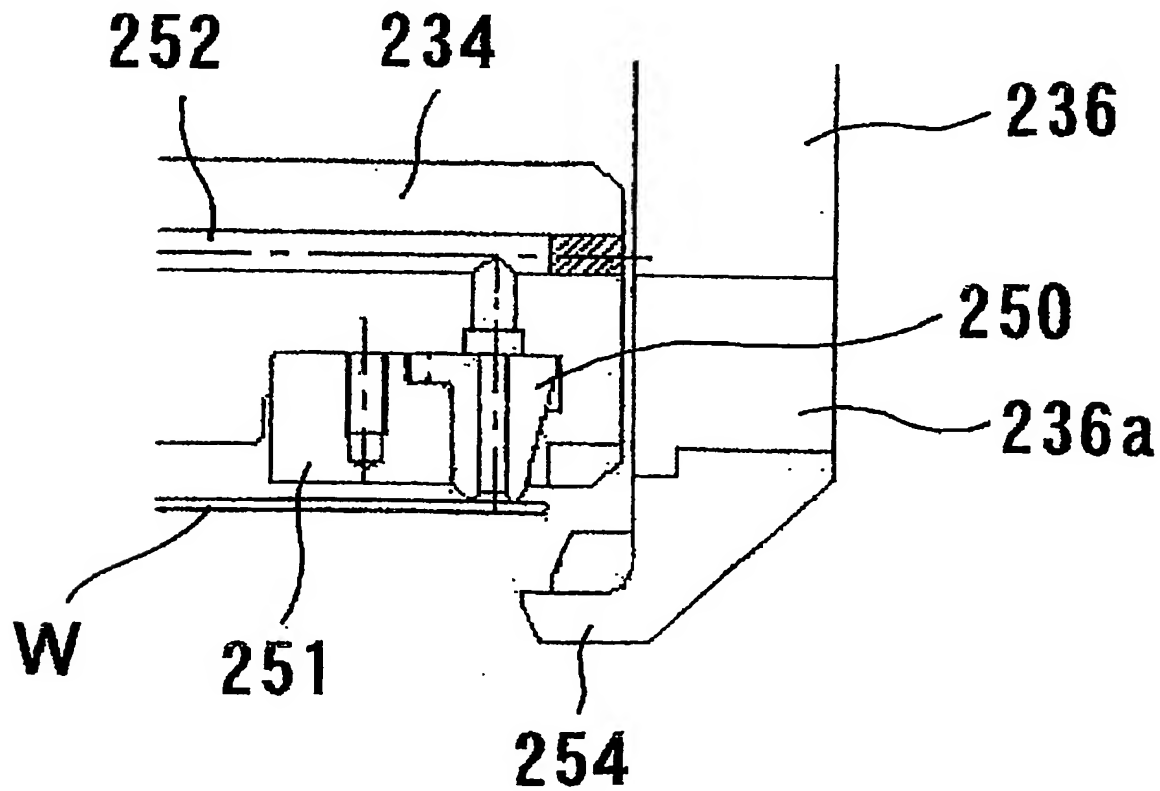
【図 23】



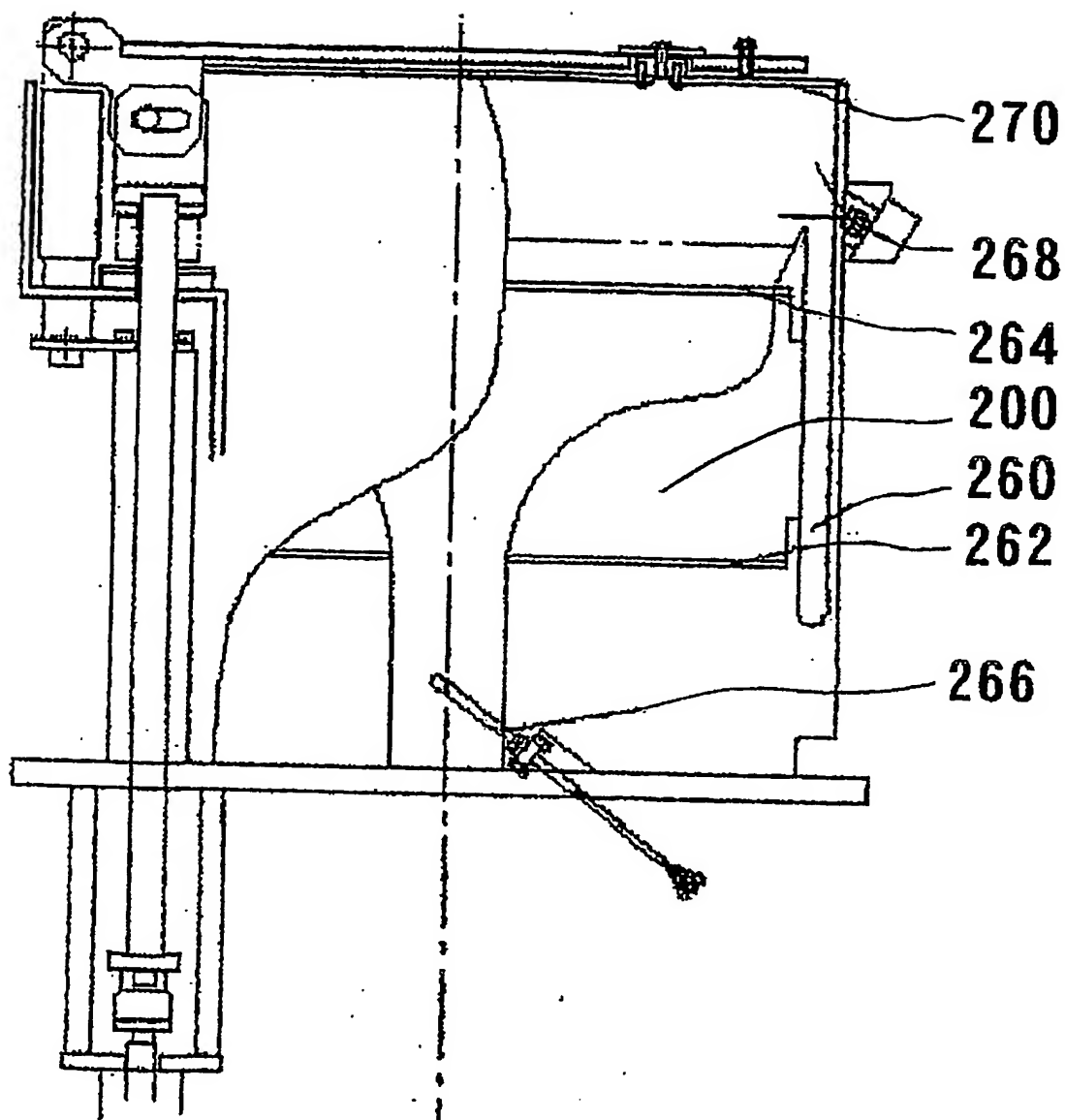
【図 24】



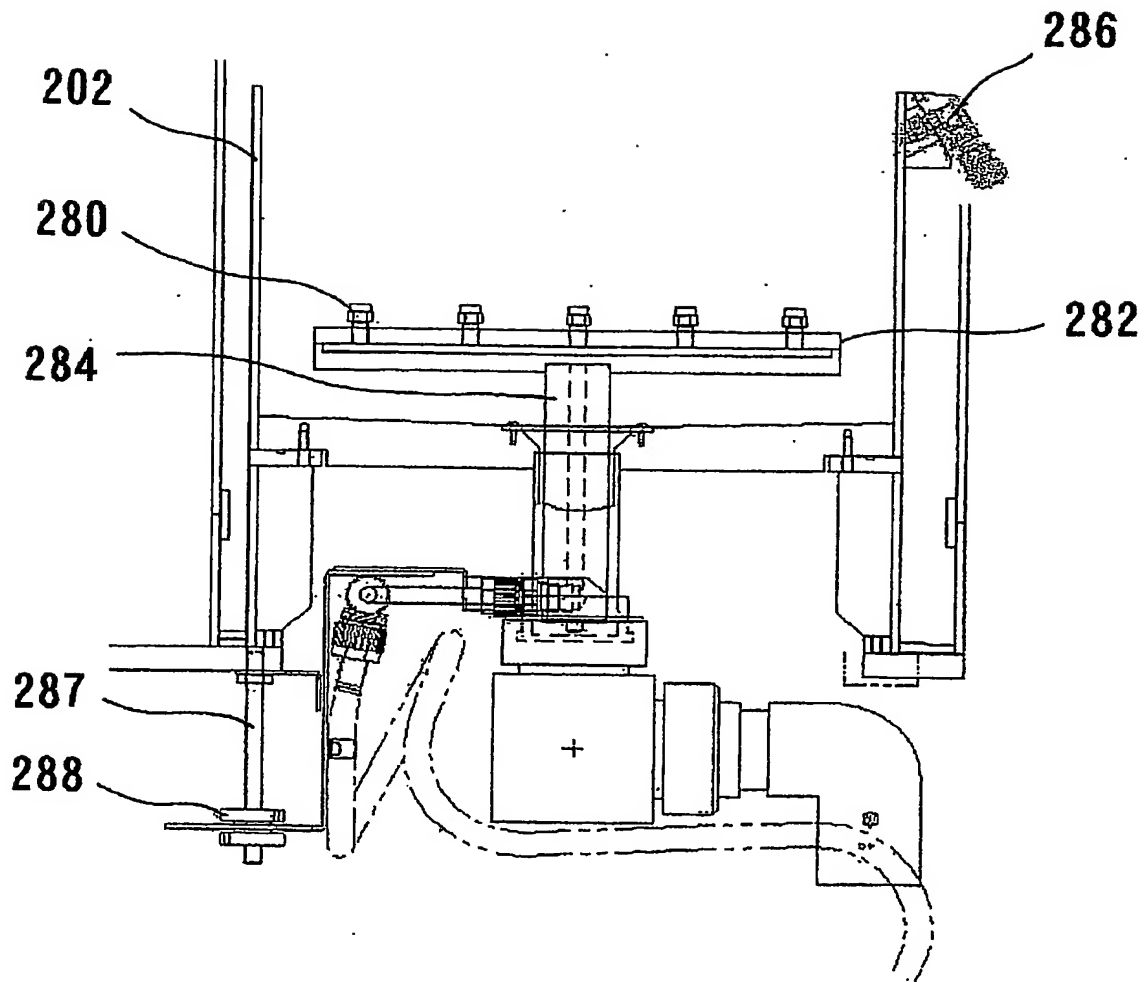
【図 25】



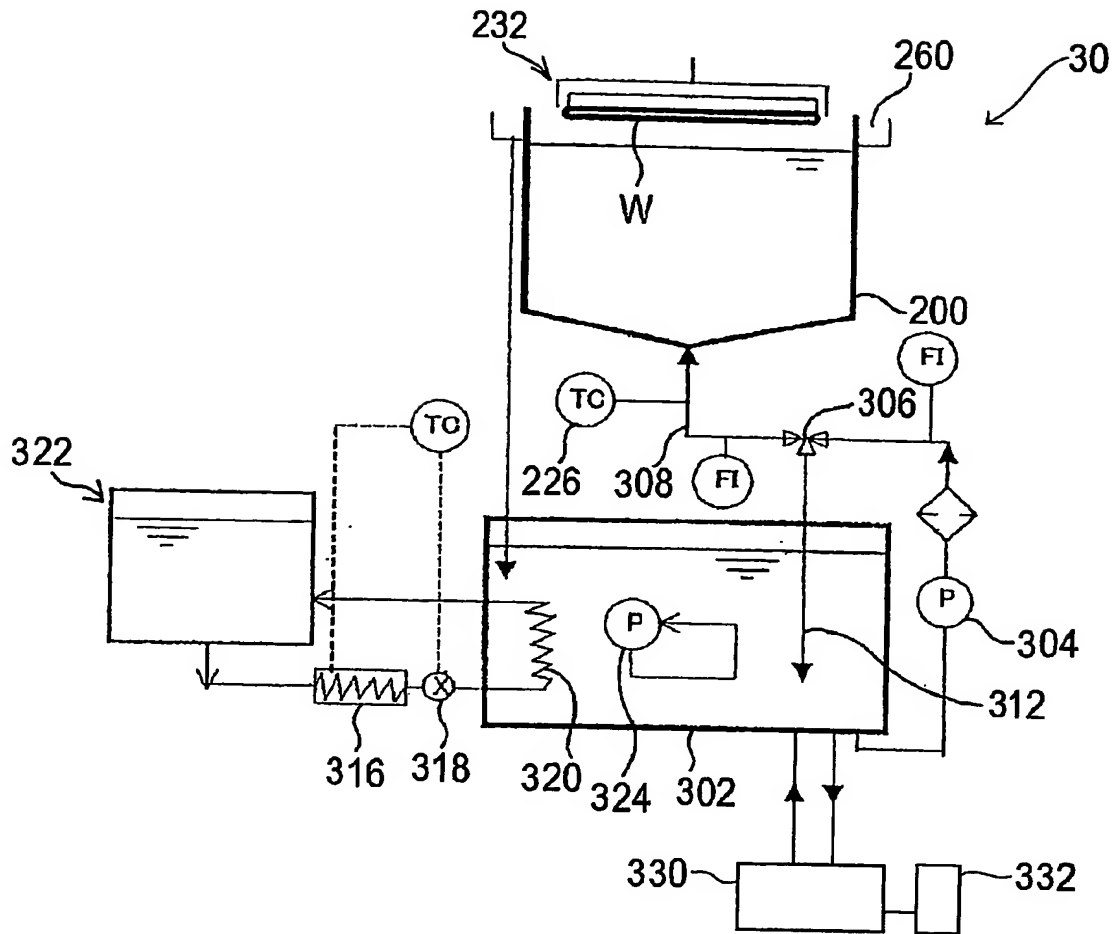
【図 26】



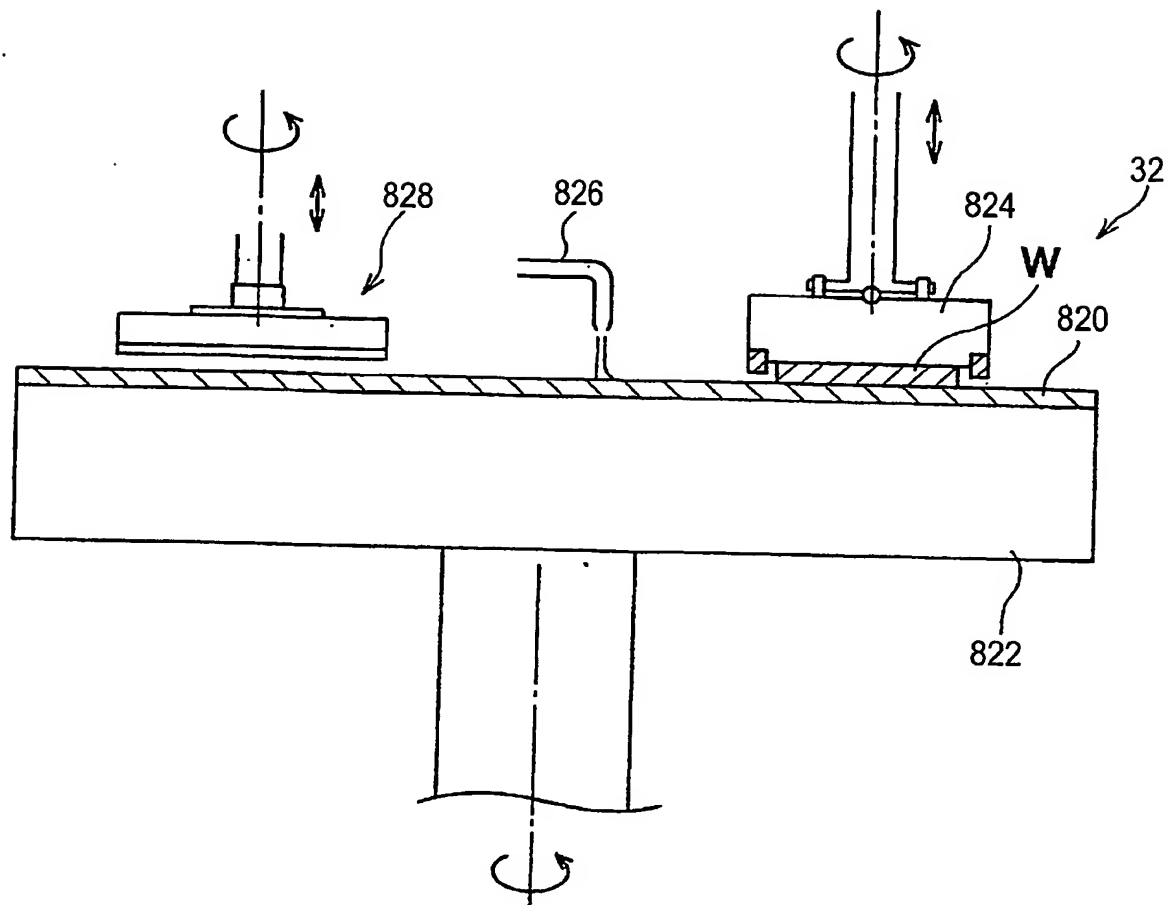
【図 27】



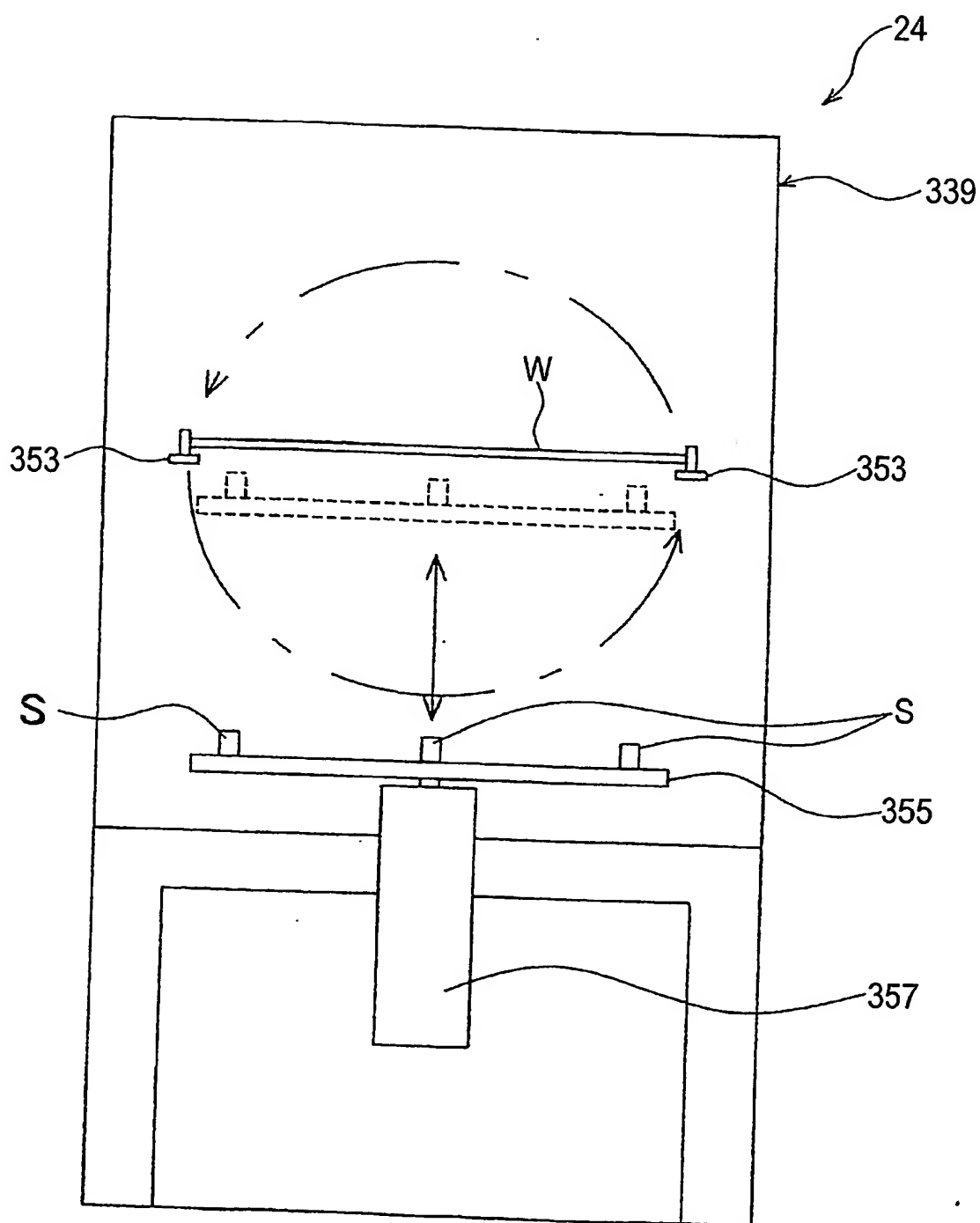
【図 28】



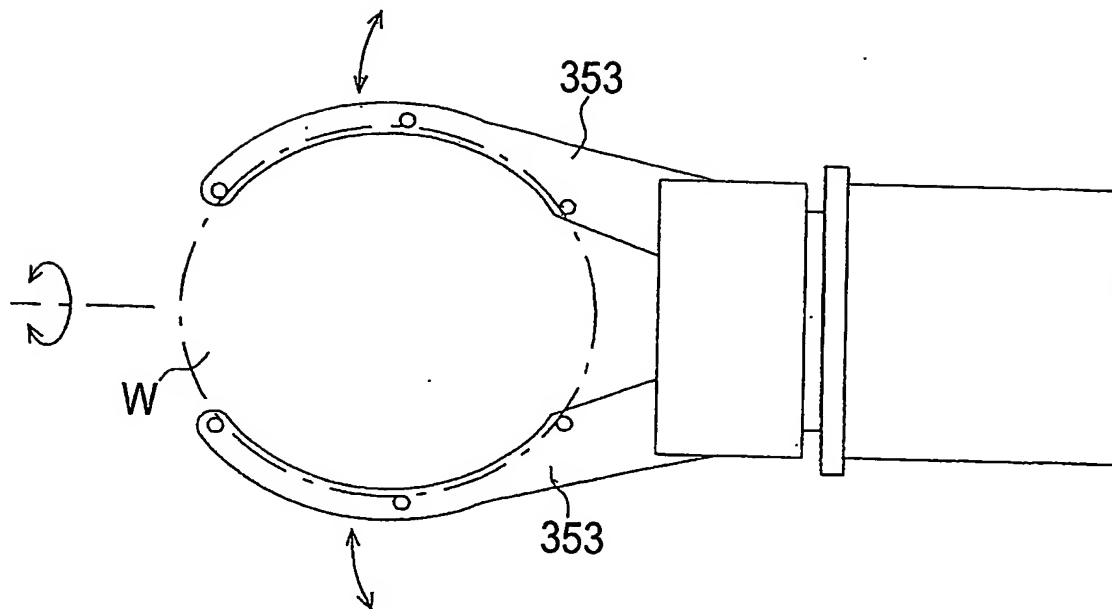
【図 29】



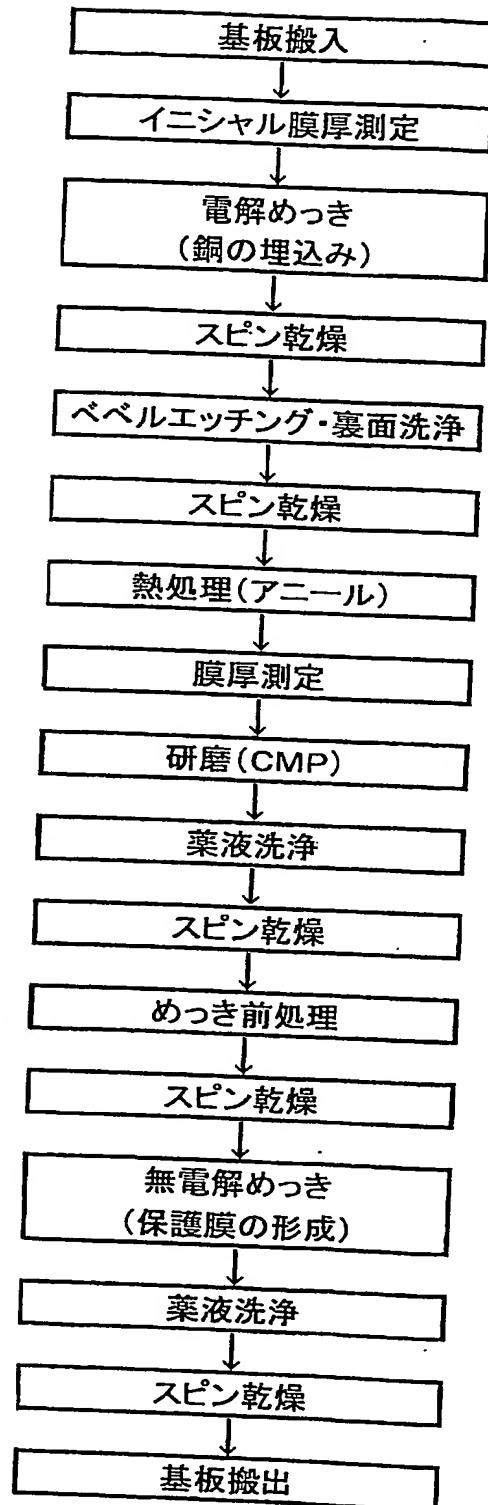
【図 30】



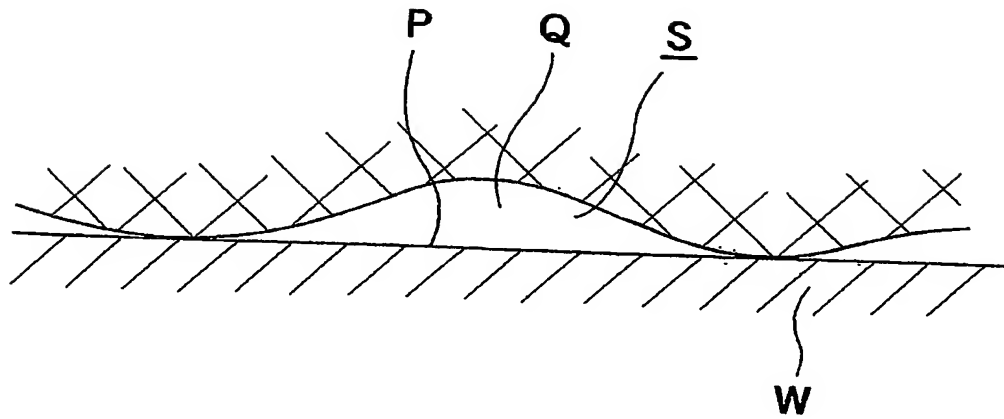
【図 31】



【図 32】



【図 33】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 荷重を大きくすることなく、多孔質体の全面を基板の被めっき面に均一に密着させた状態でめっきが行えるようにする。

【解決手段】 基板Wを保持する基板ステージ504と、基板の被めっき面の周縁部を水密的にシールするシール材514と該基板に通電させるカソード電極512とを備えたカソード部506と、アノード526と保水性を有する多孔質体528とを上下に備えた電極ヘッド502と、アノードと基板の被めっき面との間にめっき液を注入するめっき注入手段544と、多孔質体を基板の被めっき面に任意の圧力で押圧する押圧機構540と、カソード電極とアノードとの間にめっき電圧を印加する電源550と、多孔質体を基板ステージで保持した基板の被めっき面に任意の圧力で押圧する時に多孔質体と被めっき面との間の隙間に存在するめっき液を排除するめっき液排除機構を有する。

【選択図】 図3

特願 2003-161236

出願人履歴情報

識別番号

[000000239]

1. 変更年月日

1990年 8月31日

[変更理由]

新規登録

住所

東京都大田区羽田旭町11番1号

氏名

株式会社荏原製作所